ЖИВОТНАЯ ХИМІЯ.

ЛЕКЦІИ

В. ОДЛИНГА,

Автора «Теоретической и описательной химіи».

ПЕРЕВОДЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО

подъ редакціею

ИВ. ЩЕЛКОВА,

Ординарнаго Профессора Физіологіи въ Харьковскомъ Университетѣ.

Изданіе Ал. Заленскаго и Ев. Любарскаго.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ГОГЕНФЕЛЬДЕНА и Ко.

(Вас. Остр., 3 л., № 44).

1867.

ЖИВОТНАЯ ХИМІЯ.

ЖИВОТНАЯ ХИМІЯ.

ЛЕКЦІИ

В. ОДЛИНГА,

Автора «Теоретической и описательной химіи».

ПЕРЕВОДЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО

подъ редакціею

ИВ. ЩЕЛКОВА,

Ординарнаго Профессора Физіологіи въ Харьковскомъ Университетѣ.

Изданіе Ал. Заленскаго и Ев. Любарскаго.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ГОГЕНФЕЛЬДЕНА и Ко

(Вас. Остр., 3 л., № 44).

1867.

Дозволено ценсурою. С.-Петербургъ. 20-го Января 1867 г.



Животная химія.

Лекція I.

Предварительныя замѣчанія объ общихъ, недавно установившихся законахъ химіи. — Статическая химія, разсматривающая только составъ частей и разные роды вещества, изъ котораго состоятъ ткани и жидкости организма. — Динамическая химія, изслѣдывающая измѣненія состава, претериѣваемыя различными частями въ теченіи времени. — Разница между физическими измѣненіями куска желѣза и химическими измѣненіями его.—Преимущественное отношеніе химіи къ прошедшему и будущему состояніямъ тѣлъ.—Всякое явленіе въ живомъ тѣлѣ сопровождается измѣненіями химическаго состава.—Новѣйшіе усиѣхи химіи въ изслѣдованіи продуктовъ тканей. — Левцинъ, результатъ естественнаго превращенія желѣзистой ткани. — Искусственное образованіе его посредствомъ анализа и синтеза.—Тауринъ, составная часть желчи и т. д.—Искусственное образованіе его изъ углерода, водорода, азота, кислорода и сѣры.— Химическіе типы строенія и двойное разложеніе. — Соединенія водорода съ тремя другими газообразными элементами. — Опредѣленіе молекулярной формулы для хлористо-водородной кислоты H C E, воды H_2O и амміака H_3N. — Существованіе въ двухъ объемахъ газо-



образной хлористо-водородной кислоты, воды и аммiака одного, двухъ и трехъ объемовъ водорода въ соединенiи съ однимъ объемомъ хлора, кислорода и азота. — Моногидриды, двугидриды и трехгидриды вообще и производные отъ нихъ хлориды. — Существованiе аналогичныхъ моно-дву- и трех-хлоридовъ металловъ, выведенное изъ удѣльной теплоты соотвѣтствующихъ металловъ. — Соотношенiя хлоридовъ, гидратовъ и амидовъ какъ относительно элементовъ такъ и группировки. — Замѣняемость соотвѣтствующихъ остатковъ (Cl) изъ HCl, HO изъ HHO и H_2N изъ H. H_2 H) въ большомъ количествѣ соединенiй. — Хлористыя, гидратныя и амидовыя формы однихъ и тѣхъ же первоначальныхъ тѣлъ. — Многiе сложные азотистые продукты тканей представляютъ только амиды сравнительно простыхъ тѣлъ. — Мочевина, гликоколъ и тауринъ какъ амиды угольной, уксусной или гликолевой и изетiоновой кислотъ. — Смѣшанные гидратъ-амиды.

1) Милостивые государи! мнѣ хорошо извѣстно, что общество, въ кругу котораго я буду читать мои лекцiи, всегда покровительствовало разработкѣ естественныхъ наукъ для самой науки, помимо непосредственныхъ выгодъ, доставляемыхъ ими медицинѣ, и не имѣя даже въ виду ту конечную пользу, которая рано или поздно является необходимымъ результатомъ каждаго приращенiя нашего знанiя о явленiяхъ жизни. Полагаясь поэтому на благосклонность, которою всегда пользовалась чистая наука въ предѣлахъ этихъ стѣнъ, а еще болѣе — на способность самой науки щедро вознаграждать въ будущемъ за вниманiе къ ней, я не стану оправдываться въ томъ, что рѣшаюсь обратить ваше вниманiе на предметы, которые въ настоящее время имѣютъ, конечно, болѣе научный, чѣмъ практическiй интересъ. Скорѣе мнѣ слѣдовало-бы извиняться въ томъ, что я рѣшаюсь говорить въ этомъ собранiи о нѣкоторыхъ самыхъ элементарныхъ законахъ химiи; мнѣ можетъ однако служить извиненiемъ то, что эти законы, не смотря на свой элементарный характеръ, только весьма недавно сдѣлались достоянiемъ науки. Въ самомъ дѣлѣ, только въ послѣднiя пятнадцать лѣтъ или около того, химическiя явленiя были въ значительной мѣрѣ подведены подъ химическiе законы, и только не много лѣтъ тому назадъ эти законы были тщательно изслѣдованы и приняты всѣми химиками. Однако результаты изслѣдованiя и принятiя этихъ законовъ замѣтны уже и теперь. Не смотря на непрерывное накопленiе новыхъ свѣдѣнiй и постоянное открытiе новыхъ тѣлъ, идущiя съ быстротою, поражающею даже самые безстрастные умы, химiя все болѣе перестаетъ быть наукою подробностей, но съ каждымъ днемъ все болѣе и болѣе становится наукою обобщенiй; мнѣ кажется даже, что тотъ, кто начинаетъ теперь изученiе химiи съ цѣлью вполнѣ ознакомиться съ современнымъ состоянiемъ науки, найдетъ эту задачу для себя далеко не такою трудною, какою она была для его предшественника, лѣтъ двадцать тому назадъ, не смотря на болѣе ограниченную въ то время область химiи. Вотъ почему я считаю до нѣкоторой степени

необходимымъ, и преимущественно въ этой первой вступительной лекціи, удѣлить значительную часть времени изложенію нѣкоторыхъ общихъ истинъ, установившихся въ болѣе или менѣе недавнее время. Однако, чтобы намъ имѣть одну общую точку зрѣнія, я еще разъ долженъ обезпокоить ваше вниманіе, упомянувъ въ короткихъ словахъ о специальной области химіи и специальномъ характерѣ химическихъ явленій.

2) Изслѣдуя какое-нибудь растеніе или животное, мы находимъ въ немъ много отдѣльныхъ частей или органовъ — корень, стебель, кору, листья, цвѣты, плоды, или кости, связки, мускулы, внутренности, нервы, сосуды. Изслѣдуя подробнѣе какую-нибудь одну изъ этихъ частей, мы находимъ, что она въ свою очередь состоитъ изъ отличныхъ другъ отъ друга частей, относительное расположеніе которыхъ представляетъ извѣстное, правильное строеніе или организацію. Идя нѣсколько далѣе, мы находимъ, что каждая изъ этихъ частей имѣетъ опредѣленный составъ, и что составъ различныхъ частей, по-крайней-мѣрѣ до нѣкоторой степени, не зависитъ ни отъ ихъ индивидуальнаго строенія ни отъ относительнаго расположенія. Такъ напримѣръ, мы находимъ, что ткани очень разнообразнаго строенія состоятъ преимущественно изъ фибрина или альбумина, другія, изъ студени или хондрина, третьи изъ жира, нѣкоторыя, наконецъ, изъ фосфорно-кислой извести. Химія вовсе не занимается ни строеніемъ частей, ни ихъ относительнымъ расположеніемъ, она

говоритъ только объ ихъ составѣ. Она разсматриваетъ различные роды вещества, изъ котораго состоятъ всѣ тѣла какъ живыя, такъ и мертвыя, какъ имѣющія какое-нибудь строеніе такъ и неимѣющія его, какъ минеральныя такъ и органическія. Въ частности, химія открываетъ намъ, медикамъ, составъ каждой ткани и каждой жидкости въ организмѣ человѣка, равно какъ и составъ каждаго внѣшняго дѣятеля, вліяющаго на этотъ организмъ; воздуха, которымъ мы дышемъ, воды, которую пьемъ, пищи, которою питаемся, лекарствъ. которыми лечимся, ядовъ, которые насъ убиваютъ.

3) Знаніе состава тѣлъ представляетъ однако только второстепенный интересъ при химическихъ изслѣдованіяхъ; химія, подобно физикѣ, занимается главнымъ образомъ изслѣдованіемъ разнообразныхъ состояній матеріи во времени и измѣненій, ею претерпѣваемыхъ. Она разсматриваетъ тѣло не только такимъ, какимъ оно есть въ настоящую минуту, но и такимъ, какимъ оно уже было, и какимъ можетъ быть впослѣдствіи; она изслѣдываетъ измѣненія, какія въ немъ уже произошли, и какія еще могутъ произойти съ нимъ въ будущемъ. Обратимъ наше вниманіе на какой-нибудь отдѣльный предметъ, на кусокъ желѣза, напримѣръ, и посмотримъ въ какихъ разнообразныхъ состояніяхъ онъ могъ быть въ различныя времена своего существованія. Оно было въ покоѣ и въ движеніи, было беззвучнымъ, и звучало, было темнымъ и свѣтящим-

ся, горячимъ и холоднымъ, жидкимъ и твердымъ, магнитнымъ и не магнитнымъ, наэлектризованнымъ и не наэлектризованнымъ. Но среди всѣхъ этихъ измѣненій, покоя и движенія, безмолвія и звучанія, теплоты и холода и т. д. кусокъ металла оставался однимъ и тѣмъ же тѣломъ; весь онъ состоялъ изъ одного и того же вещества. Пока тѣло остается однимъ и тѣмъ же тѣломъ, т. е. пока составъ его остается неизмѣннымъ, всѣ происходящія въ немъ перемѣны относятся къ области физики, а не химіи. Чтобы претерпѣть химическое измѣненіе, кусокъ желѣза долженъ перестать быть желѣзомъ и сдѣлаться какимъ-нибудь другимъ тѣломъ — ржавчиною, желѣзнымъ купоросомъ, тинктурою желѣза, Берлинской лазурью, кровянымъ сверткомъ или какимъ-нибудь другимъ изъ многочисленныхъ и разнообразныхъ соединеній желѣза. Смотря съ химической точки зрѣнія на кусокъ желѣза, мы имѣемъ въ виду состояніе желѣзной руды, въ видѣ которой онъ существовалъ, прежде чѣмъ сдѣлался металлическимъ желѣзомъ, и многія не металлическія состоянія, въ видѣ которыхъ онъ можетъ существовать впослѣдствіи. Динамическій интересъ какого-либо тѣла относится болѣе къ его существованію во времени, къ его прошедшимъ и послѣдующимъ измѣненіямъ, чѣмъ къ его настоящему состоянію. Я рѣшаюсь обратить ваше вниманіе въ особенности на то, что химія, говоря о составѣ тѣлъ, имѣетъ преимущественно въ виду измѣненія ихъ состава. Если-же мы обратимъ вниманіе на то, что каждое явленіе въ живомъ тѣлѣ приращеніе и убыль, отдѣленіе и движеніе, всякая даже мысль, влекутъ за собою измѣненіе химическаго состава, и сами являются слѣдствіемъ такого измѣненія, то мы тотчасъ замѣтимъ, какъ много будущее физіологіи зависитъ отъ успѣховъ химическихъ изслѣдованій; мы убѣдимся, что только ятро-химикъ, если можно такъ выразиться, можетъ надѣяться понять тѣ ряды разнообразныхъ явленій какъ физіологическихъ, такъ и патологическихъ, которые безпрерывно совершаются въ живомъ организмѣ. Такимъ образомъ химія какой-нибудь живой ткани, — напр. куска мускула, такъ же какъ и куска желѣза — разсматриваетъ ея происхожденіе и ея превращенія. Химикъ одинаково изслѣдуетъ какъ ея прошедшее, такъ и будущее — какъ пищу, изъ которой она образовалась, такъ и продукты, въ которые она постоянно превращается.

4) Химія органическихъ продуктовъ сдѣлала въ послѣдніе годы большіе успѣхи! Въ слѣдующей таблицѣ помѣщены названія и формулы нѣсколькихъ соединеній, большая часть которыхъ встрѣчается въ живомъ организмѣ, какъ результатъ естественныхъ превращеній его различныхъ тканей. Не смотря на сложность многихъ изъ этихъ тѣлъ, внутреннее сложеніе даже наиболѣе сложныхъ изъ нихъ такъ хорошо изслѣдовано, что въ настоящее время химикъ можетъ приготовить эти самыя тѣла въ своей лабораторіи, ни сколько не прибѣгая къ помощи органической природы.

Животные продукты:

C	H_5	N		Метиламинъ.
C	H_4	N_2	O	Мочевина.
C_2	H_5	N	O_2	Гликоколь.
C_2	H_7	$N S$	O_3	Тауринъ.
C_3	H_6	N_6		Меламинъ.
C_3	H_7	N	O_2	Саркозинъ.
C_4	H_9	N_3	O_2	Креатинъ.
C_6	H_{13}	N	O_2	Левцинъ.
C_9	H_{11}	N	O_3	Тирозинъ.

Позвольте мнѣ обратить ваше особенное вниманіе на одно или два изъ этихъ соединеній. Вотъ напримѣръ левцинъ, бѣлое кристаллическое тѣло, состоящее изъ 6 атомовъ углерода, 13 водорода, 1 азота и 2 кислорода. Левцинъ есть продуктъ разложенія и слѣдовательно траты или превращенія желѣзистой ткани. Его находятъ въ отварахъ желѣзистой ткани, преимущественно селезенки и поджелудочной желѣзы; иногда онъ попадается, какъ случайная составная часть, въ мочѣ. Его можно приготовить искусственно разрушеніемъ въ стклянкѣ или тиглѣ мускуловъ, связокъ, кожи, рога, волосъ, перьевъ и многихъ другихъ животныхъ веществъ; строеніе этого сложнаго продукта ткани такъ хорошо изслѣдовано, что его можно даже приготовить не только посредствомъ разрушенія

болѣе сложныхъ тѣлъ, но и съ помощью синтеза менѣе сложныхъ органическихъ тѣлъ и притомъ совершенно независимо отъ вліянія жизни. Левцинъ можетъ быть приготовленъ, напримѣръ, соединеніемъ воды, валеріановаго альдегида (*) и синильной кислоты, какъ показано на таблицѣ; а также нѣсколькими другими способами.

	H_2		O	Вода.
C_5	H_{10}		O	Валеръ-альдегидъ.
C	H	N		Синильная кислота.
C_6	H_{13}	N	O_2	Левцинъ.

5) Тауринъ $C_2\ H_7\ N S\ O_3$, еще замѣчательнѣе въ этомъ отношеніи; подобно левцину онъ находится въ желѣзистой ткани, особенно въ ткани легкихъ, но главный его источникъ желчь, гдѣ онъ находится въ соединеніи съ холевою кислотою, образуя вещество, извѣстное подъ названіемъ тоурохолевой кислоты; впрочемъ до-сихъ-поръ, какъ мнѣ кажется, еще не объяснено вполнѣ удовлетворительно, образуется-ли тауринъ въ самой печени, или только извлекается ею изъ крови воротной вены. Сложеніе этого весьма сложнаго тѣла, содержащаго въ себѣ, какъ видите, угле-

(*) Получается изъ летучаго масла валеріаны, приведеннаго въ броженіе картофельнаго масла, и т. д.

родъ, водородъ, азотъ, сѣру и кислородъ, такъ хорошо изслѣдовано, что оно легко можетъ быть составлено въ лабораторіи изъ такихъ обыкновенныхъ тѣлъ, какъ сѣрная кислота, алкоголь и амміакъ; каждое изъ послѣднихъ, въ свою очередь, можетъ быть приготовлено изъ составныхъ его элементовъ. Мы можемъ поэтому приготовить тауринъ, этотъ замѣчательный органическій продуктъ, изъ сѣры, угля, кислорода, водорода и азота, посредствомъ процесса, о которомъ я намѣренъ поговорить подробнѣе въ одной изъ слѣдующихъ лекцій. Я могъ-бы сдѣлать такія же замѣчанія и относительно значительнаго числа другихъ продуктовъ, означенныхъ въ таблицѣ. Впрочемъ вмѣсто того, чтобы войти въ разсмотрѣніе этихъ и подобныхъ имъ соединеній, я предполагаю употребить остальную часть этой лекціи на описаніе нѣкоторыхъ тѣлъ гораздо простѣйшаго свойства. Я разумѣю тѣ основныя соединенія, которыя служатъ типами, къ которымъ болѣе или менѣе прямо могутъ быть отнесены какъ вышеупомянутый классъ тѣлъ, такъ и большинство другихъ, какъ органическихъ, такъ и минеральныхъ соединеній. Открытіе этихъ типовъ, и опредѣленіе ихъ свойствъ и взаимнаго отношенія составляютъ огромный успѣхъ въ химіи послѣднихъ двѣнадцати лѣтъ. Знаніе этихъ типовъ даетъ въ настоящее время возможность объяснять болѣе или менѣе удовлетворительно самыя повидимому непонятныя открытія новѣйшей органической химіи.

6) Мнѣ нѣтъ надобности напоминать вамъ, что между безчисленнымъ множествомъ тѣлъ, извѣстныхъ химикамъ, есть такія, которыя по-крайней-мѣрѣ при настоящемъ состояніи нашихъ свѣдѣній, кажутся состоящими изъ одного только вещества. Такъ напримѣръ, можно доказать, что киноварь состоитъ изъ двухъ различныхъ веществъ, сѣры и ртути, между-тѣмъ какъ изъ ртути мы ничего не можемъ получить кромѣ ртути, а изъ сѣры ничего, кромѣ сѣры. Поэтому полагаютъ, что такого рода тѣла, которыя не могутъ быть разложены химикомъ на два или болѣе различныхъ вещества, состоятъ изъ одного только вещества, вслѣдствіе чего ихъ называютъ простыми тѣлами или элементами. Этихъ элементовъ насчитывается теперь около шестидесяти и они обладаютъ очень разнообразными свойствами. Около четырехъ пятыхъ изъ нихъ металлическіе, какъ ртуть, серебро, золото, мѣдь, свинецъ, желѣзо. Остальные не металлическіе, какъ кислородъ, хлоръ, бромъ, сѣра, фосфоръ, уголь. Большинство этихъ элементовъ находится въ природѣ въ твердомъ состояніи, только два изъ нихъ жидки, именно бромъ и ртуть, а четыре газообразны: водородъ, хлоръ, кислородъ и азотъ. Соединеніе этихъ четырехъ газообразныхъ элементовъ, или, лучше сказать, соединенія водорода съ остальными тремя газообразными элементами составляютъ наши первичные типы — хлоридъ водорода или хлористоводородную кислоту, окись водорода, или воду и нитридъ водорода, или амміакъ. Мы разсмотримъ ихъ по порядку.

7) Если мы подвергнемъ дѣйствію дневнаго свѣта смѣсь хлора и водорода, то они постепенно соединяются и образуютъ сложный газъ, называемый хлористо-водородною кислотою, газъ, содержащійся въ этой закрытой трубкѣ и который я могъ-бы сдѣлать видимымъ для васъ, открывъ кончикъ трубки подъ водою. Присутствіе хлористо-водородной кислоты въ трубкѣ обнаруживается ея полнымъ раствореніемъ въ водѣ, и дѣйствіемъ ея на окрашивающія вещества. Но если вмѣсто того, чтобы предоставить обоимъ газамъ медленно дѣйствовать другъ на друга при обыкновенно дневномъ свѣтѣ, мы подвергнемъ ихъ прямому дѣйствію солнечныхъ лучей, или приведемъ въ соприкосновеніе съ пламенемъ, то они соединяются мгновенно и со взрывомъ. Многочисленные опыты показали, что хлоръ и водородъ, образуя хлористо-водородную кислоту, соединяются всегда въ одинаковыхъ объемахъ. Если мы возьмемъ одинъ объемъ водорода и одинъ съ четвертью хлора, то одинъ объемъ водорода соединяется только съ однимъ объемомъ хлора и составляетъ не тронутою лишнюю четверть объема хлора. Также точно, если мы смѣшиваемъ одинъ объемъ хлора съ однимъ съ четвертью водорода, то одинъ объемъ хлора соединяется равно съ однимъ объемомъ водорода и образуетъ хлористо-водородную кислоту, оставивъ не тронутою лишнюю четверть объема водорода. Какимъ-бы образомъ ни производился этотъ опытъ, мы постоянно приходимъ къ тому результату, что хлоръ и водородъ соединяются только въ одинаковыхъ объемахъ: одинъ

объемъ хлора съ однимъ объемомъ водорода. Но хлоръ равно въ 35, 5 разъ тяжелѣе водорода; если принять удѣльный вѣсъ водорода за единицу, то удѣльный вѣсъ хлора составитъ 35 , 5 , поэтому если вѣсъ одного литра водорода примемъ за единицу, то вѣсъ одного литра хлора будетъ 35, 5. Въ хлористо-водородной кислотѣ содержится слѣдовательно одинъ объемъ водорода въ соединеніи съ однимъ объемомъ хлора, или одна часть по вѣсу водорода въ соединеніи съ 35, 5 частями по вѣсу хлора.

Хлористо-водородная кислота.

1	35.5

Кромѣ того, хлоръ и водородъ, соединяясь другъ съ другомъ и образуя хлористо-водородную кислоту, ни сколько не измѣняютъ своихъ объемовъ; взявши, напримѣръ, литръ водорода и литръ хлора, мы получимъ ровно два литра хлористо-водородной кислоты. Эту неизмѣняемость объема можно показать на опытѣ, но съ одинаковою вѣрностью можно заключить о ней просто по удѣльному вѣсу хлористо-водородной кислоты. Если въ самомъ дѣлѣ доказано, что вѣсъ двухъ литровъ хлористо-водородной кислоты равняется вѣсу одного литра хлора и одного же литра водорода, то ясно, что смѣшанные хлоръ и водородъ, соединив-

шись, сохраняютъ тотъ же объемъ, который они занимали до соединенія.

8) Переходя къ соединенію водорода съ кислородомъ, мы находимъ, что при образованіи воды, одинъ объемъ кислорода всегда соединяется съ двумя объемами водорода, и наоборотъ, разлагая посредствомъ электричества воду на ея составные элементы, мы находимъ, что на каждый объемъ кислорода, выдѣляющагося у одного полюса, получается два объема водорода, выдѣляющагося у другаго полюса. Безчисленные опыты показали также, что, подобно тому какъ одинъ объемъ хлора всегда соединяется только съ однимъ объемомъ водорода, такъ и одинъ объемъ кислорода, соединяется только съ двумя объемами водорода. Но кислородъ ровно въ 16 разъ тяжелѣе водорода; если принять удѣльный вѣсъ водорода за единицу, то удѣльный вѣсъ кислорода будетъ 16; и если вѣсъ одного литра водорода принять за 1, то литръ кислорода будетъ вѣсить 16. И такъ въ водѣ заключается два объема водорода въ соединеніи съ однимъ объемомъ кислорода, или двѣ части по вѣсу водорода въ соединеніи съ 16 частями по вѣсу кислорода:

Вода.

1	1	16

Однако два объема водорода, соединяясь съ однимъ объемомъ кислорода, образуютъ не три, а только два объема газообразной воды, или пара, т. е. изъ трехъ объемовъ смѣшанныхъ водорода и кислорода получается только два объема соединенныхъ водорода и кислорода. Это сгущеніе можно показать на опытѣ; но на самомъ дѣлѣ нѣтъ надобности въ этомъ опытѣ, такъ какъ легко получить тотъ-же результатъ, опредѣливъ только удѣльный вѣсъ водянаго пара. Мы находимъ напримѣръ, что вѣсъ двухъ литровъ пара равенъ суммѣ вѣсовъ одного литра кислорода и двухъ литровъ водорода, такъ что тогда какъ изъ двухъ литровъ хлористо-водороднаго газа мы можемъ извлечь только одинъ литръ водорода и одинъ литръ хлора, изъ такого-же объема пара или газообразной воды мы можемъ извлечь два литра водорода и одинъ литръ кислорода.

9) Обратимъ теперь наше вниманіе на третій типъ гидридовъ, именно — гидридъ азота или амміакъ. Соединеніе водорода съ азотомъ, образующее амміакъ, можетъ быть произведено только косвенными способами; множествомъ способовъ, исчисленіемъ которыхъ я не хочу обременять ваше вниманіе, можно однако показать, что эти оба газа всегда соединяются въ отношеніи одного объема азота къ тремъ объемамъ водорода. Азотъ ровно въ 14 разъ тяжелѣе водорода, и удѣльный вѣсъ его будетъ 14, если принять за единицу удѣльный вѣсъ водорода, такъ что если вѣсъ одного литра водорода считать за 1, то вѣсъ одного

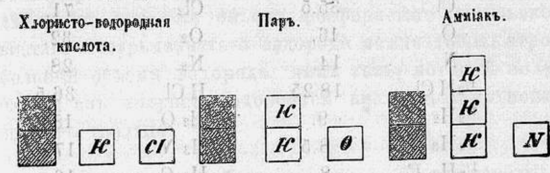
литра азота равняется 14. Амміакъ представляетъ слѣдовательно соединеніе одного объема азота съ тремя объемами водорода, или 3 частей по вѣсу водорода съ 14 частями по вѣсу азота.

Амміакъ.



При соединеніи одного объема азота съ тремя объемами водорода, эти четыре объема сгущаются ровно въ два. Я не могу показать вамъ этого превращенія четырехъ объемовъ смѣшанныхъ водорода и азота въ два объема соединенныхъ азота и водорода; но произвести обратный опытъ довольно легко. Если подвергнуть дѣйствію электрической искры амміаковый газъ, то онъ разлагается на свои составныя части. Взявши два объема амміака и подвергая его продолжительному дѣйствію электрической искры, замѣчаютъ, что онъ разлагается на свои элементы — водородъ и азотъ, и два объема амміака постепенно увеличиваются до четырехъ объемовъ, представляющихъ смѣсь трехъ объемовъ водорода и одного объема азота. Но и въ этомъ случаѣ, какъ и въ двухъ предъидущихъ, опредѣленіе удѣльнаго вѣса амміака дѣлаетъ совершенно излишнимъ непосредственный опытъ. Такъ, мы находимъ, что вѣсъ двухъ литровъ амміака равняется

соединенному вѣсу одного литра азота и трехъ литровъ водорода. Между-тѣмъ какъ изъ двухъ литровъ хлористо-водородной кислоты мы можемъ извлечь одинъ литръ водорода и одинъ литръ хлора, а изъ двухъ литровъ пара или газообразной воды два литра водорода и одинъ литръ кислорода, изъ двухъ литровъ амміака мы можемъ получить три литра водорода и одинъ литръ азота. Или же изъ двойныхъ объемовъ хлорида водорода, окиси водорода, и нитрида водорода мы можемъ получить, соотвѣтственно каждому изъ нихъ, одинъ, два и три объема водорода на одинъ объемъ хлора, кислорода и азота, какъ показываютъ приложенные рисунки.



10) Вы конечно замѣтили, что все, сказанное мною объ этихъ трехъ гидридахъ, есть дѣло опыта и наблюденія, неуправляемыхъ никакою теоріею. Мы находимъ простой фактъ, что, взявъ одинаковые объемы хлористо-водородной кислоты, пара и амміака, мы можемъ извлечь изъ амміака втрое, а изъ пара вдвое болѣе, водорода, чѣмъ изъ хлористо-водородной кислоты между-тѣмъ объемъ азота, который можно извлечь изъ амміака, совершенно равенъ объему кислорода, полу-

чаемому изъ воды, и объему хлора, а слѣдовательно и водорода, извлеченному изъ хлористо-водородной кислоты. Такой-же простой фактъ и то, что вѣсъ одинаковыхъ объемовъ водорода, хлора, кислорода и азота относятся другъ къ другу какъ

1 : 35. 5 : 16 : 14.

Яснѣе показываетъ это слѣдующая таблица:

Удѣльные вѣса одного объема.		Частицы или вѣса двухъ объемовъ.	
H	1	H_2	2
Cl	35.5	Cl_2	71.
O	16.	O_2	32.
N	14.	N_2	28.
$^1/_2$H Cl	18.25	H Cl	36.5
$^1/_2H_2$ O	9.	H_2 O	18.
$^1/_2H_3$ N	8.5	H_3 N	17.
$^1/_2H_3$ C	8.	H_4 C	16.

Теперь мы переходимъ къ объясненіямъ.

Руководствуясь извѣстными уже и еще нѣкоторыми другими соображеніями, мы приписываемъ водороду, хлору, кислороду и азоту атомные вѣса 1, 35.5, 16, 14, и изображаемъ соотвѣтственныя частицы хлористо-водородной кислоты, воды и амміака формулами H Cl, H_2 O и H_3 N; каждая изъ этихъ формулъ представляетъ одинаковый объемъ газа или 2 объема соста-

вляющихъ его частей. Такая формула для воды оправдывается очень многими соображеніями. Здѣсь достаточно будетъ замѣтить, что по своему составу, сгущенію и свойствамъ, вода H_2 O представляется тѣломъ переходнымъ между кислымъ монгидридомъ хлора H Cl и щелочнымъ трехгидридомъ азота H_3 N. Что оказывается вѣрнымъ относительно хлористо-водородной кислоты, то также вѣрно относительно хлористо-водородной, бромисто-водородной и іодисто-водородной кислотъ; изъ двухъ объемовъ каждаго изъ этихъ газовъ можно извлечь одинъ объемъ водорода. Изъ такого-же объема сѣрнистаго, селинистаго и теллуристаго водорода можно получить двойной объемъ водорода, а изъ того-же объема фосфористаго, мышьяковистаго и сурьмянистаго водорода можно добыть втрое большій объемъ водорода, чѣмъ тотъ, который получается изъ хлористо-водородной кислоты, какъ показываетъ таблица.

Монгидриды.	Двугидриды.	Трехгидриды.
H T	H_2 O	H_3 N
H Cl	H_2 S	H_3 P
H Br	H_2 Se	H_3 As
H I	H_2 Te	H_3 Sb

12) Кромѣ того мы находимъ, что хлоръ не только можетъ соединяться съ водородомъ въ извѣстной пропорціи, но также можетъ замѣщать водородъ въ томъ же отношеніи во многихъ, различныхъ соединеніяхъ.

Въ самомъ дѣлѣ, мы можемъ разсматривать соотвѣтствующія частицы свободнаго хлора Cl Cl и хлористо-водородной кислоты H Cl, какъ получившіяся изъ частицы свободнаго водорода H H, посредствомъ замѣщенія двухъ и одного атома водорода соотвѣтствующимъ количествомъ хлора. Такимъ образомъ мы знакомимся съ хлоридами, соотвѣтствующими всѣмъ выше разсмотрѣннымъ гидридамъ, Cl Cl и Cl I соотвѣтствуютъ H Cl и HS; Cl_2 O и Cl_2 S соотвѣтствуютъ H_2 O и H_2 S, а Cl_3 N и Cl_3 P соотвѣтствуютъ H_3 N и H_3 P и т. д. Эти хлориды въ газообразномъ состояніи занимаютъ одинаковый объемъ съ соотвѣтствующими имъ гидридами. Такъ изъ двухъ литровъ окиси хлора Cl_2 O мы можемъ извлечь одинъ литръ кислорода и два литра водорода, а изъ двухъ литровъ окиси водорода H_2 O мы можемъ получить тоже одинъ литръ кислорода и два литра водорода.

Моно-хлориды.	Дву-хлориды	Трех-хлориды.
Cl Cl	Cl_2 O	Tl_3 N
Cl I	Cl_2 S	Cl_3 P
Cl Na	Cl_2 Zn	Cl_3 Al
Cl K	Cl_2 Ca	Cl_3 Au
Cl Ag	Cl_2 Hg	Cl_3 Bi

13) Металлы вообще не соединяются съ водородомъ; но ихъ хлориды, какъ показываетъ предъидущая таблица, могутъ быть раздѣлены на три класса, соотвѣтствующіе не металлическимъ хлоридамъ, на основаніи такого рода соображеній: относительныя количества плотныхъ не металлическихъ тѣлъ, іода, сѣры, фосфора, которые соединяются съ однимъ, двумя и тремя объемами водорода, или съ однимъ, двумя и тремя объемами хлора, и которые мы условились принимать за атомныя отношенія, имѣютъ различную удѣльную теплоемкость, выражаемую приблизительно числомъ 6. 3. Если мы примемъ за атомныя пропорціи различныхъ металловъ тѣ количества каждаго изъ нихъ, которыя имѣютъ въ сущности одинаковую удѣльную теплоемкость съ атомными пропорціями плотныхъ не металлическихъ тѣлъ, то мы найдемъ, что хлориды металловъ, какъ и хлориды не металловъ, должны быть раздѣлены на моно-хлориды, дву-хлориды, трех-хлориды и т. д. Прилагаемая таблица заключаетъ въ себѣ, такимъ образомъ, списокъ хлоридовъ металлическихъ и гидридовъ не металлическихъ элементовъ, соотвѣтствующихъ другъ другу.

14) Только не многіе изъ этихъ металлическихъ хлоридовъ могутъ испаряться при обыкновенно употребляемыхъ температурахъ; но относительно тѣхъ изъ нихъ, которые достаточно летучи, найдено, что въ двухъ литрахъ ихъ пара, содержится столько литровъ хлора, сколько обозначается ихъ формулами, выведенными изъ удѣльной теплоемкости соотвѣтствующаго металла. Относительно пара сулемы напр., мы находимъ, что изъ двухъ литровъ газообразнаго хлорида ртути, Cl_2 Hg, можно извлечь два литра хлора, именно столько, сколько можно его получить изъ та-

кого же объема хлорида кислорода $Cl_2 O$; если же взять два литра хлорида висмута, $Cl_3 Bi$, то изъ нихъ можно извлечь три литра хлора такъ точно какъ три литра хлора получаются изъ двухъ литровъ хлорида фосфора $Cl_3 P$. И такъ мы находимъ, что изъ двухъ объемовъ паровъ летучихъ металлическихъ хлоридовъ можно извлечь количества хлора, равныя количествамъ его, получаемымъ изъ не металлическихъ хлоридовъ, которыя изображаются подобными же формулами.

Формулы металлическихъ хлоридовъ.

ЭЛЕМЕНТЫ.	Атомные вѣса.	Удѣльныя количества теплоты атомныхъ вѣсовъ.	Формулы хлоридовъ.
Монады:			
Бромъ	80.	6.74	H Br.
Іодъ	127.	6.87	H I.
Литій	7.	6.58	Cl L.
Натрій . . .	23.	6.75	Cl Na.
Калій	39.	6.61	Cl K.
Серебро . . .	108.	6.15	Cl Ag.
Діады:			
Сѣра	32.	5.68	H_2 S.
Селинъ . . .	79.5	6.65	H_2 Se.

ЭЛЕМЕНТЫ.	Атомные вѣса.	Удѣльныя количества теплоты атомныхъ вѣсовъ.	Формулы хлоридовъ.
Теллуръ	129.	6.11	H_2 Te.
Марганецъ . . .	55.	6.69	Cl_2 M N.
Желѣзо	56.	6.37	Cl_2 Fe.
Кобальтъ . . .	59.	6.31	Cl_2 Co.
Никкель	59.	6.41	Cl_2 Ni.
Мѣдь	63.5	6.04	Cl_2 Cu.
Магній	24.	5.99	Cl_2 Mg.
Цинкъ	65.	6.25	Cl_2 Zn.
Кадмій	112.	6.35	Cl_2 Cd.
Ртуть	200.	6.38	Cl_2 Hg.
Тріады:			
Фосфоръ	31.	5.85	H_3 P.
Мышьякъ	75.	6.10	H_3 As.
Сурьма	122.	6.19	H_3 Sb.
Висмутъ	210.	6.47	Cl_3 Bi.
Глиній	27.5	5.87	Cl_3 Al.
Таллій	203.	6.81	Cl_3 Tl.
Золото	196.5	6.37	Cl_3 Au.
Тетрады:			
Олово	118.	6.67	Cl_4 Sn.
Свинецъ	207.	6.50	Cl_4 Pb.
Палладій	106.5	6.31	Cl_4 Pd.
Платина	197.	6.39	Cl_4 Pt.

15) Разсмотрѣвъ первичные гидриды хлора, кислорода и азота, какъ общіе типы простыхъ, двойныхъ и тройныхъ соединеній, я желаю теперь обратить ваше вниманіе на ихъ взаимныя соотношенія. Съ этой цѣлью мы ихъ напишемъ слѣдующимъ образомъ:

Хлориды.	Гидраты.	Амиды.
$H\ Cl$	$H\ (H\ O)$	$H\ (H_2\ N)$
$K\ Cl$	$K\ (H\ O)$	$K\ (H_2\ N)$
$Zn\ Cl_2$	$Zn\ (H\ O)_2$	$Zn\ (H_2\ N)_2$
$P\ Cl_3$	$P\ (H\ O)_3$	$P\ (H_2\ N)_3$.

Дѣйствуя при благопріятныхъ условіяхъ на хлористо-водородную кислоту $H\,Cl$, воду $H\,H\,O$ и амміакъ $H\,H_2\,N$ металломъ, напр. каліемъ, мы получаемъ въ каждомъ случаѣ одну и ту же реакцію. Атомъ калія замѣщаетъ собою одинъ атомъ водорода, и вмѣсто частицы хлорида, окиси и нитрида водорода мы получаемъ хлоридъ, гидратъ и амидъ и калія, которые мы можемъ разсматривать какъ соединенія калія, K, съ остатками или радикалами хлоромъ Cl, эврипеномъ $H\,O$ и амидогеномъ $H_2\,N$. Ѣдкое кали и амидъ калія можно разсматривать какъ гидратныя и амидовыя формы хлорида калія. Подобнымъ-же образомъ, почти каждому хлориду минеральному или органическому, простому или сложному, соотвѣтствуетъ гидратъ и амидъ, относящіеся къ нему совершенно такъ, какъ относятся ѣдкое кали и амидъ калія къ хлориду калія. Если мы будемъ разсматривать напр. хлоридъ калія

какъ соединеніе металлическаго калія съ радикаломъ хлористо-водородной кислоты, то такимъ-же образомъ можемъ разсматривать ѣдкое кали какъ соединеніе металла съ радикаломъ воды, а амидъ калія какъ соединеніе калія съ радикаломъ амміака. Далѣе мы увидимъ, что нѣкоторые весьма сложные продукты превращенія тканей представляютъ только амидовыя формы сравнительно простыхъ тѣлъ, также точно какъ амидъ калія представляетъ амидовую форму, а ѣдкое кали гидратную форму хлорида калія. Подобнымъ же образомъ, замѣстивъ въ хлоридѣ цинка $Zn\ Cl_2$ 2-го атома хлора эврипеномъ или перекисью водорода, мы получимъ гидратъ цинка, а замѣстивъ ихъ амидогеномъ, мы получимъ амидъ цинка, какъ показано на предъидущей таблицѣ. Наконецъ, замѣстивъ въ хлоридѣ фосфора PCl_3 три атома хлора перекисью водорода, мы получимъ фосфористую кислоту, а замѣстивъ ихъ амидогеномъ, получимъ фосфорный амидъ. Эти три тѣла служатъ, такъ сказать, фосфорными представителями хлористо-водородной кислоты, воды и амміака, или хлорида калія, ѣдкаго кали и амида калія.

16) Переходя къ органическимъ соединеніямъ, мы находимъ, что болотный газъ состоитъ изъ одного атома углерода, соединеннаго съ четырьмя атомами водорода, и представляетъ четвертый родъ нашихъ типическихъ гидридовъ. Если мы возьмемъ хлоридъ, происходящій отъ болотнаго газа, т. е. вмѣсто $C\,H_4$ возмемъ $C\,H_3\,Cl$ и замѣстимъ атомъ хлора атомомъ перекиси водорода, то получимъ обыкновенный древе-

сый (метиловый) спиртъ, а замѣстивъ его амидогеномъ, получимъ метиламинъ, очень обыкновенный продуктъ гніенія и разложенія животнаго вещества. Эти реакціи представлены въ первой строкѣ прилагаемой таблицы:

Хлориды.	Гидраты.	Амиды.
$CH_3 Cl$	$CH_3 (HO)$	$CH_3 (H_2 N)$
$CO Cl_2$	$CO (HO)_2$	$CO (H_2 N)_2$
$C_3 N_3 Cl_3$	$C_3 N_3 (HO)_3$	$C_3 N_3 (H_2 N)_3$
$C_2 H_3 Cl O_3$	$C_2 H_3 (HO) O_2$	$C_2 H_3 (H_2 N) O_2$
$C_2 H_5 Cl SO_3$	$C_2 H_5 (HO) SO_3$	$C_2 H_5 (H_2 N) SO_3$.

Замѣстивъ въ фосгенѣ (хлористомъ карбонилѣ) $CO Cl_2$ два атома хлора перекисью водорода, мы получаемъ угольную кислоту; а замѣстивъ эти атомы амидогеномъ, получимъ мочевину, какъ показываетъ вторая строка таблицы. Физіологи разсматриваютъ мочевину какъ сложное органическое тѣло Sui generis; а химикъ видитъ въ ней только амидъ одной изъ простѣйшихъ минеральныхъ кислотъ, потому что отношеніе фосгена и угольной кислоты къ мочевинѣ точно то же, что отношеніе хлористо-водородной кислоты и воды къ аммiаку, или хлорида калія и ѣдкаго кали къ амиду калія. Далѣе, если мы въ ціануровомъ хлоридѣ, $C_3 N_3 Cl_3$, замѣстимъ три атома хлора тремя атомами перекиси водорода, то получимъ ціануровую пиромочевую кислоту, а замѣнивъ хлоръ амидогеномъ, получимъ меламинъ продуктъ дѣйствія теплоты на мочевину. Переходя къ хлоро-уксусной кислотѣ $C_2 H_3 Cl O_2$, происходящей изъ обыкновенной уксусной кислоты чрезъ замѣщеніе одного атома водорода хлоромъ, мы находимъ, что, замѣстивъ хлоръ въ этомъ тѣлѣ перекисью водорода, получаемъ гликолевую кислоту, а замѣщеніемъ хлора амидогеномъ получается гликоколь, или клеевой сахаръ, гликоколь представляетъ только амидъ гликолевой и хлориоуксусной кислоты.

Формула $C_2 H_5 Cl SO_3$ изображаетъ хлор-этиль-сѣрнистую кислоту; замѣщеніемъ одного атома хлора въ этомъ тѣлѣ однимъ атомомъ перекиси водорода, получается и сетіоновая кислота; а замѣстивъ хлоръ амидогеномъ, мы получили-бы соединеніе, о которомъ я уже говорилъ, именно тауринъ. Тауринъ, и сетіоновая и хлор-этиль-сѣрнистая кислоты оказываются амидомъ, гидратомъ и хлоридомъ одного и того-же тѣла, и представляютъ только этиль-сѣрнистыя видоизмѣненія хлористо-водородной кислоты, воды и амміака.

17) Вы видите, что такое опредѣленіе отношеній между весьма сложными и различными тѣлами, отношеній, подобныхъ тѣмъ, которыя существуютъ между хлористо-водородною кислотою, водою и амміакомъ, между хлоридомъ калія, ѣдкимъ кали и амидомъ калія, даетъ намъ ключъ къ познанію состава и превращеній множества органическихъ соединеній. Но обобщеніе можетъ идти еще гораздо далѣе. Въ тѣлахъ, содержащихъ въ себѣ два атома хлора, мы можемъ замѣщать одинъ атомъ или оба эвриценомъ или амидогеномъ, или же одинъ эвриценомъ, а другой амидо-

геномъ; въ тѣлахъ, заключающихъ въ себѣ три или четыре атома хлора, возможно тоже самое, а вслѣдствіе того число производныхъ тѣлъ можетъ быть еще гораздо болѣе. Въ слѣдующей таблицѣ помѣщены, для примѣра, названія нѣкоторыхъ хорошо извѣстныхъ двойныхъ хлор-гидратовъ, хлор-амидовъ и гидрат-амидовъ.

Смѣшанные гидрат-амиды.

$Cu\,F_2$ дву-фтористая мѣдь.

$Cu\,F\,H\,O$ фтористо-водородная мѣдь.

$Hg\,Cl_2$ дву-хлористая ртуть.

$Hg\,Cl\,H_2\,N$ хлористо-амміачная ртуть.

$C_3\,N_3\,Cl_3$ Три-хлоро-ціануровая кислота.

$C_3\,N_3\,Cl\,(H_2\,N)_2$ діамидъ хлоро-ціануровой кислоты.

$C_3\,N_3\,(H\,O)_3$ трех-гидратъ ціануровой кислоты.

$C_3\,N_3\,(H\,O)_2\,(H_2\,N)$ дигидратъ-амидъ ціануровой кислоты.

$C_3\,N_3\,(H\,O)\,(H_2\,N)_2$ гидратъ-діамидъ ціануровой кислоты.

$C_3\,N_3\,(H_2\,N)_3$ тріамидъ ціануровой кислоты.

Въ началѣ помѣщены двуфтористая мѣдь, а потомъ гидратъ фтористо-водородной мѣди. Далѣе слѣдуютъ ртутный дву-хлоридъ или сулема и ртутный хлоръ-амидъ, или такъ называемый бѣлый осадокъ, вещество, въ которомъ одинъ изъ первоначальныхъ атомовъ хлора замѣщенъ амидогеномъ. Затѣмъ слѣдуетъ ціануровый трех-хлоридъ и его многочисленные производные, въ первомъ изъ которыхъ, именно въ ціануровомъ хлоро-діамидѣ, два первоначальные атома хлора замѣщены амидогеномъ. Вслѣдъ за этимъ идутъ по-порядку ціануровый трех-гидратъ или обыкновенная паромочевая кислота, ціануровый дву-гидрат-амидъ или меланурова кислота, ціануровый гидратъ діамидъ, или аммелинъ и наконецъ ціануровый тріамидъ или меламинъ, тѣло, образующееся, какъ я уже говорилъ, дѣйствіемъ теплоты на мочевину.

18) Я представлю еще одинъ примѣръ такого соотношенія. Мочевина, $C\,H_4\,N_2\,O$, какъ уже было сказано выше, есть амидъ угольной кислоты; но намъ извѣстенъ еще другой мочевой продуктъ, именно гуанидинъ $C\,H_5\,N_3$. Этотъ продуктъ есть амидъ мочевины и слѣдовательно относится къ мочевинѣ, такъ какъ сама мочевина относится къ угольной кислотѣ:

$C\,N_2\,H_3\,(H\,O)$ мочевина

$C\,N_2\,H_3\,(H_2\,N)$ гуанидинъ.

Въ этотъ разъ я не буду входить въ дальнѣйшія подробности этого предмета. Я указалъ на обширную примѣнимость обобщенія и на то, что посредствомъ его мы можемъ соединять другъ съ другомъ самые различныя тѣла и устанавливать между ними тѣ простыя отношенія, которыя существуютъ между хлористо-водородною кислотою, водою и амміакомъ; въ частности я указалъ на то, что нѣкоторые изъ наиболѣе извѣстныхъ продуктовъ превращеній тканей, пред-

ставляютъ въ сущности только амиды сравнительно простыхъ тѣлъ.

Въ слѣдующей лекціи я постараюсь объяснить, что сложность многихъ органическихъ тѣлъ скорѣе кажущаяся, чѣмъ дѣйствительная, и что большая часть ихъ могутъ быть разложены на сравнительно простыя частицы, которыя можно распредѣлить по извѣстнымъ и строго опредѣленнымъ группамъ и рядамъ. Для большаго уясненія этого взгляда я разберу составъ салицина, изъ растительныхъ и составъ гиппуровой кислоты, изъ животныхъ продуктовъ.

Лекція II.

Ближайшія животныя и растительныя начала, принадлежащія къ классу органическихъ соединеній, равно какъ различныя тѣла, происходящія отъ нихъ естественныхъ и искусственныхъ превращеній.— Углеродъ какъ характеристическій элементъ органическихъ соединеній. — Число, разнообразіе и сложность его соединеній съ водородомъ и кислородомъ.—Весьма сложныя органическія тѣла состоятъ изъ менѣе сложныхъ частицъ. — Салицинъ, составленный изъ салигенина и глюкоза, и популинъ—изъ бензойной кислоты, салигенина и глюкоза.—Существованіе составныхъ частицъ въ неполномъ состояніи. — Ученіе объ остаткахъ. — Существованія очень незначительныхъ остатковъ уксусной кислоты и аммiака въ уксусномъ нитрилѣ, щавелевой кислоты и аммiака въ синеродѣ. — Остатки составныхъ частицъ всегда способны возстановить полныя и отдѣльныя частицы посредствомъ поглощенія воды — Анлоновыя частицы имѣютъ или простой составъ или относятся къ тѣламъ простаго строенія, какъ члены одного и тогоже семейства.—Распредѣленіе анлоновыхъ частицъ въ ряды одинаково составленныхъ соединеній и въ группы различно составленныхъ соединеній, способныхъ ко взаимнымъ превращеніямъ.—Рядъ первичныхъ жирныхъ кислотъ.—Пропiоновая и бутировая группы. — Отношенія алкоголей и гликолей къ одно- и двухъ-основнымъ кислотамъ. — Свойства гомологическихъ

рядовъ. — Различія и сходства между жирными кислотами. — Ряды ароматическихъ кислотъ и угле-водородовъ. — Другія группы и ряды. — Каждой аплоновой частицѣ можно указать опредѣленное мѣсто въ какомъ-нибудь гомологическомъ ряду и гетерологической группѣ. — Гиппуровая кислота, состоящая изъ трехъ составныхъ остатковъ, способныхъ превращаться въ полныя частицы поглощеніемъ воды. — Опредѣленіе положенія этихъ частицъ въ группахъ и рядахъ. — Возможность получить соединеніе двухъ изъ составныхъ остатковъ разрушеніемъ или удаленіемъ третьяго. — Предполагаемое предсуществованіе бензамида, бензогликолевой кислоты и гликоколя въ гиппуровой кислотѣ. — Вѣроятное внутреннее строеніе этой кислоты. — Примѣры животныхъ продуктовъ, составленныхъ изъ двухъ составныхъ остатковъ мочевина, гликоколь, левцинъ. — Аналогія спермацета и мирицина съ уксуснымъ эфиромъ. — Истинные жиры. — Примѣры животныхъ продуктовъ, содержащихъ въ себѣ болѣе двухъ остатковъ. — Тауринъ, саркозинъ, аллоксанъ и желчныя кислоты. — Схема внутренняго строенія креатина.

19) Химики нашли, что разнообразныя ткани растеній и животныхъ состоятъ изъ значительнаго числа различныхъ химическихъ соединеній, которыя, по большей части, могутъ быть отдѣлены одно отъ другаго посредствомъ физическихъ процессовъ, т. е. процессовъ, основанныхъ на различіи летучести, плавкости, растворимости въ разныхъ растворяющихъ средствахъ и т. д. Эти различныя соединенія образовались или въ живомъ растеніи или животномъ или произошли въ мертвомъ растеніи или животномъ изъ другихъ веществъ, сложившихся еще въ живомъ растеніи или животномъ. Такъ или иначе эти ближайшія животныя и растительныя начала, какъ ихъ называютъ, образовались при посредствѣ жизни, при содѣйствіи живыхъ организмовъ, почему ихъ и называютъ органическими соединеніями, въ противоположность такимъ веществамъ, какъ кварцъ, полевой шпатъ и кровавикъ, которые предсуществуютъ въ минеральномъ царствѣ, и такимъ, какъ купоросъ, квасцы и углекислая сода, которые составляются человѣкомъ искусственно изъ предсуществующихъ соединеній минеральнаго царства.

20) Получивъ эти различные продукты и составныя части тканей, химикъ подвергаетъ ихъ разнообразнымъ опытамъ и самымъ удивительнымъ преобразованіямъ, онъ извлекаетъ изъ соединенія нѣкоторые составные атомы или прибавляетъ къ нему другіе того-же самого или какого-нибудь другаго свойства или же, извлекши извѣстные атомы, замѣщаетъ ихъ новыми, или наконецъ подвергаетъ первоначальное вещество болѣе или менѣе полному разложенію, разбивая его на нѣсколько менѣе сложныхъ тѣлъ. Всѣ эти продукты, въ которые химикъ превращаетъ ближайшія растительныя и животныя начала, о которыхъ мы говорили, принадлежатъ также къ разряду органическихъ соединеній. Они не предсуществуютъ обыкновенно въ живыхъ организмахъ и не образуются сами по себѣ въ мертвыхъ, но представляютъ результатъ искусства химика, оперирующаго надъ соединеніями, образовавшимися въ то или другое время при посредствѣ живыхъ организмовъ. Какъ квасцы и углекислая сода, приготовляемые химикомъ изъ самородныхъ минераловъ, принадлежатъ къ разряду минеральныхъ соеди-

ненiй, такъ и такiя вещества, какъ хлороформъ, анилинъ и цiануровая кислота, приготовляемые химикомъ изъ ближайшихъ растительныхъ и животныхъ началъ, принадлежатъ къ разряду органическихъ соединенiй.

21) Найдено, что во всѣхъ органическихъ соединенiяхъ, получены-ли они естественнымъ или искусственнымъ путемъ, главную составную часть составляетъ углеродъ; почти всѣ эти соединенiя содержатъ также водородъ; большинство же ихъ состоитъ изъ углерода, водорода и кислорода. Въ прошлой лекцiи я говорилъ вамъ о нѣкоторыхъ азотистыхъ продуктахъ превращенiя тканей; теперь однако мы обратимъ вниманiе только на тѣла, состоящiя изъ углерода, водорода и кислорода, или изъ углерода и водорода, причемъ я прежде всего упомяну объ огромномъ числѣ и разнообразiи этихъ соединенiй. Если взять какiе-нибудь три элемента, исключая углерода, то легко замѣтить, что они, взаимно соединяясь между собою, очень рѣдко образуютъ болѣе полудюжины опредѣленныхъ и различныхъ соединенiй, между-тѣмъ какъ намъ извѣстны тысячи соединенiй, состоящихъ только изъ углерода, водорода и кислорода, соединенныхъ другъ съ другомъ въ различныхъ количествахъ и отношенiяхъ, тысячи соединенiй, рѣзко отличающихся своими свойствами, хотя всѣ образуются первоначально въ живыхъ организмахъ или получаются искусственно преобразованiемъ другихъ соединенiй, образовавшихся первоначально въ живыхъ организмахъ.

22) Кромѣ ихъ числа и разнообразiя, органическiя или углеродистыя соединенiя, характеризуются еще сложностью своего состава, т. е. большимъ числомъ составныхъ атомовъ, изъ которыхъ составлены ихъ частицы. Если мы возьмемъ какое-нибудь опредѣленное минеральное вещество, содержащее въ себѣ только три различные элемента, соотвѣтствующiе углероду, водороду и кислороду разсматриваемыхъ нами тѣлъ, то найдемъ, что число составныхъ атомовъ въ такомъ минеральномъ веществѣ очень рѣдко превышаетъ десять или двѣнадцать и, быть можетъ, никогда, не достигаетъ двадцати; тогда какъ между органическими или углеродистыми соединенiями очень часто встрѣчаются тѣла, содержащiя въ себѣ по двадцати составныхъ атомовъ. Нѣкоторыя изъ нихъ приведены для примѣра въ слѣдующей таблицѣ.

Формулы.	Ближайшiя органическiя начала.	Атомы.
$C_6 H_{10} O_5$	Крахмалъ	21.
$C_6 H_{14} O_6$	Маннитъ	26.
$C_{13} H_{18} O_7$	Салицинъ	38.
$C_{20} H_{22} O_8$	Популинъ	50.
$C_{27} H_{22} O_{17}$	Таннинъ	66.
$C_{26} H_{44} O$	Холестеринъ	71.
$C_{32} H_{64} O_2$	Спермацетъ	98.
$C_{46} H_{92} O_2$	Марицинъ	140.
$C_{57} H_{110} O_6$	Стеаринъ	173.

Крахмалъ представляетъ соединенiе, содержащее

въ себѣ 6 атомовъ углерода, 10 водорода и 5 кислорода, всего 21 атомъ. Далѣе слѣдуетъ маннитъ, кристаллизующееся начало обыкновенной манны, въ которой его находится, кажется, около 60 или 70 процентовъ; онъ заключаетъ въ себѣ, какъ показываетъ формула, 6 атомовъ углерода, 14 водорода, и 6 кислорода, всего значитъ 26 атомовъ. За этимъ слѣдуетъ кристаллизующееся горькое начало ивовой коры, именно салицинъ, который, какъ я узналъ отъ фабрикантовъ до-сихъ-поръ производится въ значительныхъ размѣрахъ и употребляется какъ суррогатъ хинина. Онъ узнается по окрашиванію въ красный цвѣтъ при дѣйствіи на него сѣрной кислоты и содержитъ въ себѣ, какъ показываетъ его формула, 38 составныхъ атомовъ. Популинъ, подобное же кристаллизующееся начало, менѣе извѣстенъ и менѣе распространенъ; онъ находится въ корѣ и листьяхъ тополя, и заключаетъ въ себѣ 50 составныхъ атомовъ; таннинъ содержитъ въ себѣ 66 атомовъ, а холестеринъ 71; здѣсь кстати будетъ замѣтить, что холестеринъ, считавшійся до-сихъ-поръ исключительно животнымъ продуктомъ, значительно распространенъ, какъ стало теперь извѣстнымъ, въ растительномъ царствѣ; его получили изъ гороха, пшеницы, миндальнаго и оливковаго масла и т. д. Спермацетъ содержитъ въ себѣ 98 атомовъ, мирицинъ или очищенный пчелиный воскъ 140 атомовъ, и, наконецъ, стеаринъ состоитъ изъ 173 атомовъ углерода, водорода и кислорода. Сравнивая трехъ-элементарныя тѣла этого рода съ трехъ-элементарными минеральными ве-

ществами, въ которыхъ число атомовъ рѣдко превышаетъ 10 или 12, уже съ перваго взгляда можно замѣтить, что разсмотрѣнныя нами соединенія отличаются гораздо болѣе сложнымъ строеніемъ.

23) Но въ большинствѣ случаевъ тщательное химическое изслѣдованіе этихъ, по-видимому, сложныхъ органическихъ тѣлъ привело къ заключенію, что они образовались, если можно такъ выражаться, черезъ соединеніе нѣсколькихъ менѣе сложныхъ частицъ. Взявъ для примѣра салицинъ и популинъ, мы находимъ, что салицинъ легко разлагается на менѣе сложныя частицы салигенина и глюкоза или винограднаго сахара, а популинъ разлагается на частицу салигенина, частицу винограднаго сахаря, и частицу бензойной кислоты. Салигенинъ или салициновый алкоголь есть кристаллическое вещество, которое можетъ быть легко узнано даже въ очень слабомъ растворѣ по его дѣйствію на хлористое желѣзо; при прибавленіи раствора хлористаго желѣза къ слабому раствору салигенина онъ принимаетъ яркій пурпуровый цвѣтъ. Поглощая воду, салицинъ разлагается на менѣе сложныя тѣла салигенинъ и глюкозъ, какъ показываетъ слѣдующее уравненіе:

Салицинъ.	Вода.		Салигенинъ.	Глюкозъ.
$C_{13}H_{18}O_7$	$+ H_2O$	$=$	$C_7H_8O_2$	$+ C_6H_{12}O_6$

Популинъ, содержащій въ себѣ 50 составныхъ атомовъ, при такихъ же условіяхъ, разлагается на салигенинъ, глюкозъ и бензойную кислоту.

Популинъ.	Вода.	Салигенинъ.	Глюкозъ	Бензойная кислота.
$C_{20} H_{22} O_2$	$\times 2 H_2 O =$	$C_7 H_8 O_2$	$\times C_6 H_{12} O_6$	$\times C_7 H_6 O_2$

24) Оставаясь при салицинѣ, я желаю обратить ваше вниманіе на то, что въ немъ не содержится на самомъ дѣлѣ ни салигенина, ни глюкоза въ видѣ полной частицы. Сложивъ число атомовъ углерода, водорода и кислорода въ салигенинѣ съ числомъ атомовъ тѣхъ же элементовъ въ глюкозѣ, мы находимъ, что сумма ихъ превышаетъ число атомовъ, содержащихся въ частицѣ салицина, какъ показываетъ эта таблица.

1 Салигенинъ	$C_7 H_8 O_2$	Салицинъ	$C_{13} H_{18} O_7$.
1 Глюкозъ	$C_6 H_{12} O_6$	Вода	$H_2 O$.
	$C_{13} H_{20} O_8$		$C_{13} H_{20} O_8$.

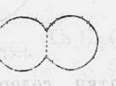
Вотъ почему салицинъ необходимо долженъ соединиться съ атомомъ воды, прежде чѣмъ онъ можетъ распасться на его составныя части. Поэтому можно сказать, что салицинъ не заключаетъ въ себѣ ни салигенина, ни глюкоза, но содержитъ въ соединенномъ состояніи остатки (residues) салигенина и глюкоза, которые всегда готовы поглотить воду и образовать такимъ образомъ отдѣльныя и различныя частицы салигенина и глюкоза. Если-бы мы захотѣли изобразить на рисункѣ составъ салицина, то вмѣсто того, чтобы нарисовать два полныхъ круга одинъ возлѣ другаго, —

Салигенинъ. Глюкозъ.



нужно было-бы представить два соединенныхъ между собою неполныхъ круга или остатки двухъ круговъ

Салицинъ.



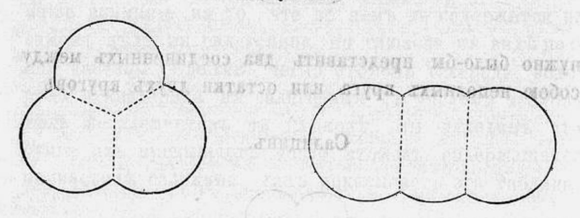
25) То же самое слѣдуетъ сказать о популинѣ: на самомъ дѣлѣ онъ не содержитъ ни салигенина, ни глюкоза, ни бензойной кислоты, но состоитъ изъ остатковъ этихъ трехъ тѣлъ, которыя могутъ быть получены въ полномъ отдѣльномъ состояніи элементовъ воды къ популину.

1 Салигенина	$C_7 H_8 O_2$	1 Популина	$C_{20} H_{22} O_8$
1 Глюкоза	$C_6 H_{12} O_6$	2 Воды	$H_4 O_2$
1 Бензойной кислоты	$C_7 H_6 O_2$		$C_{20} H_{26} O_{10}$
	$C_{20} H_{26} O_{10}$		

Слѣдовательно популинъ нужно было-бы изобразить

на рисункѣ не тремя полными отдѣльными кругами, но остатками трехъ круговъ, соединенными между собою какъ въ одной изъ слѣдующихъ двухъ фигуръ

Популинъ.

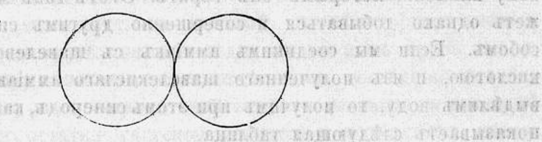


26) Составные остатки, содержащіеся въ салицинѣ и популинѣ, составляютъ очень значительную долю своихъ первоначальныхъ частицъ, но во многихъ случаяхъ остатки бываютъ чрезвычайно малы. Такъ напримѣръ, соединяя уксусную кислоту съ амміакомъ, мы получаемъ уксуснокислый амміакъ соль, происходящую чрезъ прямое соединеніе двухъ полныхъ частицъ уксусной кислоты и амміака. При извѣстныхъ условіяхъ изъ уксусно-кислаго амміака можно выдѣлить атомъ воды, вслѣдствіе чего онъ превращается въ ацетамидъ, выдѣленіемъ же еще одного атома воды превращается послѣдній въ ацетонитринъ, какъ показываютъ нижеслѣдующія діаграммы. Въ ацетамидѣ остатки уксусной кислоты и амміака составляютъ $^{59}/_{77}$, а въ уксусномъ нитринѣ только $^{41}/_{77}$ часть или

немного болѣе половины всего вѣса первоначальной частицы. Тѣмъ неменѣе въ уксусномъ нитринѣ оба небольшие остатка содержатся отдѣльно другъ отъ друга, какъ совершенные представители полныхъ частицъ, готовые тотчасъ воспроизвести ихъ при стеченіи благопріятныхъ условій. Ацетамидъ и ацето-нитринъ при различныхъ обстоятельствахъ поглощаютъ элементы воды и вновь превращаются въ уксусно кислый амміакъ,—тѣло, содержащее въ себѣ полныя противоположныя частицы, къ которымъ относятся составные остатки амида и нитрина.

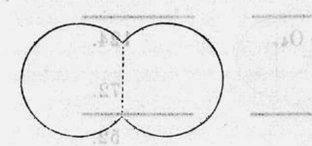
Уксусно кислый амміакъ $C_2H_4O_2 + H_3N = C_2H_7NO_2$

$60 + 17 = o = 77.$



Ацетамидъ $C_2H_4O_2 + H_5N - H_2O = C_2H_5NO$

$60 + 17 - 18 = 59.$



Ацетонитринъ $C_2H_4O_2 + H_3N - 2H_2O = C_2H_3N$
$60 + 17 - 36$ N.4

27) Я приведу наконецъ еще одинъ примѣръ, могущій служить къ поясненію ученія объ остаткахъ. При умѣренномъ нагрѣваніи нѣкоторыхъ металлическихъ синеродистыхъ соединеній получается синеродный газъ, который узнается по прекрасному фіолетовому пламени, которымъ онъ горитъ. Этотъ газъ можетъ однако добываться и совершенно другимъ способомъ. Если мы соединимъ амміакъ съ щавелевою кислотою, и изъ полученнаго щавелекислаго амміака, выдѣлимъ воду, то получимъ при этомъ синеродъ, какъ показываетъ слѣдующая таблица.

	Формулы.	Атомные вѣса.
1 Щавелевой кислоты	$C_2H_2O_4$.	90.
2 Амміака (H_3N)	H_6N_2	34.
	$C_2H_8N_2O_4$.	124.
3 Воды (H_2O)	H_8O_4	72.
1 Синерода	C_2N_2	52.

Формула щавелевой кислоты есть $C_2H_2O_4$, а ея атомный вѣсъ равняется 90; къ ней мы присоединяемъ еще 2 атома или 34 части по вѣсу амміака, H_6N_2, сумма этихъ чиселъ, 124, составитъ атомный вѣсъ щавелевокислаго амміака. Выдѣляя изъ нея 4 атома или 72 части по вѣсу воды, мы оставляемъ только два атома углерода изъ щавелевой кислоты и 2 атома азота изъ амміака, которые, соединяясь вмѣстѣ, образуютъ двойной атомъ или одну частицу синероднаго газа и составляютъ только 52 части изъ 124, т. е. значительно меньшую половину вѣса первоначальнаго соединенія. Въ синеродѣ поэтому единственнымъ слѣдомъ щавелевой кислоты остается углеродъ, а слѣдомъ амміака—азотъ. Но тѣмъ не менѣе углеродъ и азотъ, составляющіе этотъ замѣчательный газъ, по многимъ своимъ свойствамъ сходный съ нѣкоторыми элементарными тѣлами, не соединены въ немъ другъ съ другомъ, а находятся въ отдѣльномъ состояніи, подобно тому какъ остатки салигенина и глюкоза въ салицинѣ или остатки уксусной кислоты и амміака въ ацетонитринѣ.

Синеродъ.

Согласно съ этимъ мы находимъ, что синеродный газъ, растворенный въ водѣ, постепенно поглощаетъ воду, необходимую для возстановленія полныхъ частицъ щавелевой кислоты и амміака, представителями которыхъ въ немъ служили только небольшіе остатки углерода и азота. Синеродный газъ, какъ-бы онъ ни былъ полученъ, постоянно содержитъ въ себѣ нѣчто, принадлежащее щавелевой кислотѣ, и нѣчто, принадлежащее амміаку. Остатки ихъ не перемѣшаны въ немъ между собою, но остаются отдѣльными, сохраняютъ свои различныя индивидуальныя особенности и постоянно стремятся возстановить полныя и отдѣльныя частицы, изъ которыхъ они произошли.

28) Успѣхи органической химіи привели такимъ образомъ къ заключенію, что самыя сложныя частицы составлены изъ остатковъ менѣе сложныхъ частицъ и что эти составные остатки, чрезъ прямое или не прямое поглощеніе воды, могутъ отдѣляться одинъ отъ другаго и получаться въ совершенномъ и отдѣльномъ состояніи. Мы разсматриваемъ поэтому сложныя тѣла или полимероны какъ соединенія, образовавшіяся изъ менѣе сложныхъ тѣлъ или аплоновъ, сочетаніе которыхъ обусловливается выдѣленіемъ воды. Эти аплоновыя частицы, представителями большихъ или меньшихъ частей которыхъ служатъ разсмотрѣнные нами составные остатки, имѣютъ очень простой составъ или близки къ тѣламъ очень простаго состава, какъ члены одного и того же органическаго семейства. Какъ ни велико число этихъ тѣлъ, однако большая часть ихъ

уже занимаетъ опредѣленныя мѣста въ извѣстныхъ, очень простыхъ группахъ и рядахъ, и мы имѣемъ полное основаніе надѣяться, что съ расширеніемъ нашихъ познаній, всѣ они будутъ распредѣлены по подобнымъ группамъ и рядамъ, тогда органическая химія закончитъ свои успѣхи въ анализѣ. Она разберетъ на части соединенія, образовавшіяся въ живомъ организмѣ, и эти части распредѣлитъ по естественнымъ рядамъ и группамъ сродныхъ тѣлъ—рядамъ тѣлъ сходнаго строенія и одинаковыхъ свойствъ, неспособныхъ къ взаимнымъ превращеніямъ, и группамъ тѣлъ несходнаго строенія и несходныхъ свойствъ, способныхъ къ взаимнымъ превращеніямъ.

29) Приведенная ниже таблица заключаетъ рядъ первичныхъ одно-основныхъ жирныхъ кислотъ, начинающійся муравьиною кислотою, $CH_2 O_2$, и оканчивающійся по-крайней-мѣрѣ, въ настоящее время, меликсиновою кислотою, $C_{30} H_{60} O_2$. Нѣкоторыя изъ этихъ кислотъ, какъ видно изъ ихъ формулъ, имѣютъ очень простое строеніе, другія гораздо болѣе сложное, но всѣ онѣ представляютъ очевидное сходство въ строеніи, обнаруживаютъ однѣ и тѣ же общія реакціи и какъ по свойствамъ, такъ и по составу представляютъ правильную постепенность.

Рядъ одноатомныхъ жирныхъ кислотъ.

1) $C_1 H_2 O_2$ Муравьиная	13) $C_{13} H_{26} O_2$ Коциновая (cocinic)
2) $C_2 H_4 O_2$ Уксусная	14) $C_{14} H_{28} O_2$ Миристиновая

3) $C_3 H_6 O_2$ Пропіоновая
4) $C_4 H_8 O_2$ Масляная
5) $C_5 H_{10} O_2$ Валеріан.
6) $C_6 H_{12} O_2$ Капроновая
7) $C_7 H_{14} O_2$ Энантиловая
8) $C_8 H_{16} O_2$ Каприловая
9) $C_9 H_{18} O_2$ Пеларгоновая
10) $C_{10} H_{20} O_2$ Рутовая
11) $C_{11} H_{22} O_2$ Энодовая (enodic)
12) $C_{12} H_{24} O_2$ Лавровая
15) $C_{15} H_{30} O_2$ Беновая (benic)
16) $C_{16} H_{32} O_2$ Пальмитиновая
17) $C_{17} H_{34} O_2$ Маргариновая
18) $C_{18} H_{36} O_2$ Стеариновая
19) $C_{19} H_{38} O_2$ Баленовая (Balenic)
20) $C_{20} H_{40} O_2$ Арахиновая
21) $C_{21} H_{42} O_2$ Нардовая
22) $C_{27} H_{54} O_2$ Восковая
23) $C_{30} H_{60} O_2$ Малиссиновая

30) Слѣдующія таблицы представляютъ двѣ первоначальныя одноосновныя жирныя кислоты, именно пропіоновую и масляную въ соединеніи съ рядомъ тѣлъ, несходныхъ ни съ кислотою, ни между собою; всѣ эти тѣла содержатъ однако тоже самое число атомовъ углерода, какъ и настоящая кислота и сродны какъ съ нею такъ и другъ съ другомъ, потому что они способны ко взаимнымъ превращеніямъ, такъ что ихъ можно почти разсматривать какъ видоизмѣненія одного и того же первичнаго тѣла.

Пропіоновая группа.

$C_3 H_8$ Пропилъ	$C_3 H_6$ Пропиленъ
$C_3 H_8 O$ Пропиловый алкоголь	$C_3 H_6 O$ Алиловый алкоголь
$C_3 H_8 O_2$ Пропиленовый гликоль	»

$C_3 H_8 O_3$ Глицеринъ	
$C_3 H_6 O$ Пропіоновый альдегидъ	$C_3 H_4 O$ Алиловый альдегидъ
$C_3 H_6 O_2$ Пропіоновая кислота	$C_3 H_4 O_2$ Акрилевая кислота
$C_3 H_6 O_3$ Молочная кислота	$C_3 H_4 O_3$ Пирувинов. кислота
$C_3 H_6 O_4$ Глицериновая кислота	»
$C_3 H_4 O_4$ Малоновая кислота	»
$C_3 H_4 O_5$ Тартроновая	$C_3 H_2 O_5$ Месоксалевая

Бутиловая група

$C_4 H_{10}$ Бутилъ	$C_4 H_8$ Бутиленъ
$C_4 H_{10} O$ Бутиловый алкоголь	»
$C_4 H_{10} O_2$ Бутиленовый гликоль	»
$C_4 H_8 O$ Бутиловый альдегидъ	»
$C_4 H_8 O_2$ Масляная кислота	$C_4 H_6 O_2$ Кротоновая кислота
$C_4 H_8 O_3$ Бутилактиновая кислота	«
$C_4 H_6 O_4$ Янтарная кислота	$C_4 H_4 O_4$ Фумаровая кислота
$C_4 H_6 O_5$ Яблочная »	$C_4 H_4 O_5$ Метавинная кислота
$C_4 H_6 O_6$ Винная »	»

31) Изъ тѣлъ, принадлежащихъ къ группамъ, подобнымъ выше указаннымъ, химики приписываютъ особенно важное значеніе нѣкоторымъ, занимающимъ извѣстное, опредѣленное положеніе. Такъ главные члены каждой хорошо опредѣленной органической группы, какъ напр. пропіоновой и бутиловой, на которыя именно я обратилъ ваше вниманіе суть слѣдующіе: 1), одноатомный алкоголь, 2) соотвѣтствующая ему одноосновная кислота, 3) двуатомный алкоголь или гликоль

и 4) соотвѣтствующая ему двухъ-основная кислота; слѣдующая таблица указываетъ эти члены въ дву-углеродистой и трех-углеродистой группахъ.

Главные члены группъ.

C_2H_6O Алкоголь	C_3H_8O Пропиловый алкоголь
$C_2H_4O_2$ Уксусн. кислота	$C_3H_6O_2$ Пропіоновая кислота
$C_2H_6O_2$ Этиленов. гликоль	$C_3H_8O_2$ Пропиловый гликоль
$C_2H_2O_4$ Щавелев. кислота	$C_3H_4O_4$ Малоновая кислота

Одно-основная кислота, какъ видно изъ таблички, разнится по составу отъ соотвѣтствующаго ей алкоголя однимъ атомомъ кислорода, замѣстившимъ два атома водорода, а двухъ-основная кислота разнится отъ соотвѣтствующаго ей гликоля двумя атомами кислорода, замѣстившими четыре атома водорода. Но даже изъ этихъ четырехъ главныхъ членовъ каждой полной органической группы, наиболѣе важное значеніе приписывается одно-основной кислотѣ, которую поэтому, предпочитая алкоголю, гликолю или двухъ-основной кислотѣ, принимаютъ за характеристическій членъ или типъ группы. Рядъ одно-основныхъ кислотъ вообще полнѣе рядовъ другихъ членовъ, они значительно распространены въ природѣ или въ свободномъ состояніи или въ видѣ составныхъ остатковъ; они могутъ быть получены въ сравнительно чистомъ состояніи, такъ какъ многія изъ нихъ служатъ предметами

торговли, наконецъ свойства ихъ какъ индивидуальныя, такъ и классовыя очень тщательно изслѣдованы.

32) Почти всѣ эти первоначальныя одно-основныя кислоты могутъ быть причислены къ одному изъ двухъ главныхъ рядовъ жирному или ароматическому. Я уже обращалъ ваше вниманіе на рядъ жирныхъ кислотъ, начинающійся муравьиною, уксусною и пропіоновою кислотами. Каждый послѣдовательный членъ этого ряда отличается по составу отъ своего предъидущаго на одинъ атомъ углерода и 2 атома водорода. Тѣла, разница въ составѣ которыхъ составляетъ CH_2, называются гомологическими и рядъ жирныхъ кислотъ зовется поэтому гомологическимъ рядомъ. Нужно замѣтить (см. предъидущую таблицу одноатомныхъ жирныхъ кислотъ), что этотъ рядъ полонъ, начиная отъ перваго до двадцать перваго члена, тогда какъ въ промежуткѣ между двадцать первымъ и тридцатымъ членами извѣстна только одна кислота, именно восковая, важная составная часть обыкновеннаго пчелинаго воска и въ особенности такъ называемаго китайскаго воска, доставляемаго насѣкомымъ изъ рода coccus. Разница въ составѣ и свойствахъ между членами этого ряда, лежащими на противуположныхъ концахъ очень велика, но между двумя или тремя сосѣдними кислотами, въ особенности тѣми, которыя помѣщены въ концѣ нашего списка, она такъ мала, что ее съ трудомъ можно опредѣлить. Такъ муравьиная и уксусная кислоты въ чистомъ состояніи оказываются совершенно подвижными, чрезвычайно ѣдкими жидко-

стями; масляная, валеріяновая и капроновая кислоты имѣютъ видъ жидкаго масла, а пальмитиновая, маргариновая и стеариновая кислоты представляются индифферентными твердыми тѣлами. Сравнивая муравьиную кислоту съ пальмитиновою, разстояніе между которыми занимаетъ только двѣ трети всего списка, мы едва-ли замѣтимъ между ними какое-нибудь сходство; но сравнивая муравьиную кислоту съ уксусною или пальмитиновую съ маргариновою и стеариновою кислотами, мы скорѣе затруднимся найти между ними разницу, чѣмъ сходство. Однако даже между начальными и конечными числами этого ряда существуетъ скрытое сходство, и дѣйствительно нѣкоторыя ясно опредѣленныя свойства общи всѣмъ разсматриваемымъ нами кислотамъ. Всѣ онѣ летучи, горючи, могутъ омылотворяться; всѣ онѣ одно-основныя и разлагаются одинаковымъ образомъ подъ вліяніемъ однихъ и тѣхъ же реактивовъ. Мы не привыкли, конечно, смотрѣть на уксусъ, какъ на горючее вещество, но крѣпкая уксусная кислота почти также горюча какъ алкоголь. Стоитъ только нагрѣвать ее снаружи впродолженіи нѣсколькихъ минутъ, и она загорится большимъ, слабосвѣтящимся пламенемъ. Мы не привыкли также разсматривать уксуснокислыя соли какъ мыло, а между-тѣмъ растворы уксусно-кислыхъ солей имѣютъ въ высокой степени свойство производить долго остающуюся пѣну. Отъискивая скрытыя сходства между различными членами этого ряда, мы замѣчаемъ, слѣдовательно, что

всѣ они отъ перваго до послѣдняго очень тѣсно связаны другъ съ другомъ.

33) Извѣстныя въ настоящее время первичныя ароматическія кислоты гораздо менѣе многочисленны и рядъ ихъ по этому гораздокороче, какъ видно изъ слѣдующей таблицы:

Рядъ одно-атомныхъ ароматическихъ кислотъ.

$C_6 H_4 O_2$	Колловая кислота.
$C_7 H_6 O_2$	Бензойная »
$C_8 H_8 O_2$	Толуиновая »
$C_9 H_{10} O_2$	Пициновая (Picic) кислота.
$C_{10} H_{12} O_2$	Куминовая кислота.

Эти кислоты своими реакціями и взаимными соотношеніями соотвѣтствуютъ вообще разсмотрѣннымъ нами выше жирнымъ кислотамъ. Первая въ спискѣ или колловая кислота происходитъ, говорятъ, какъ результатъ искуственнаго окисленія бѣлковинныхъ веществъ, но существованіе ея во всякомъ случаѣ представляетъ спорный вопросъ. Далѣе слѣдуетъ бензойная кислота, которая, какъ обыкновенно считаютъ, занимаетъ въ этомъ ряду то же мѣсто какъ уксусная кислота въ ряду жирныхъ кислотъ. За нею идутъ двѣ кислоты, о которыхъ въ настоящее время сравнительно мало извѣстно, именно толуиновая и пицино-

вая; заканчивается же список куминовою кислотою, продуктомъ, образующимся при постепенномъ окисленіи главной составной части куминоваго масла. Точно такъ какъ уксусная, пропіоновая и масляная кислоты имѣютъ, каждая, родственныя ей углеводороды, алкоголи, альдегиды и другія болѣе окисленныя кислоты, какъ это было показано на предшествующихъ таблицахъ, такъ и всякая другая первичная одноосновная кислота, изъ ряда-ли жирныхъ или ароматическихъ, имѣетъ болѣе или менѣе полный рядъ однородныхъ съ нею веществъ, по своему составу, свойствамъ и взаимнымъ превращеніямъ относящихся къ ней такъ точно, какъ различные члены уксусной, пропіоновой и бутировой группъ относятся къ уксусной, пропіоновой и масляной кислотамъ. Въ слѣдующей таблицѣ помѣщены главныя соединенія, находящіяся въ такомъ отношеніи къ бензойной кислотѣ.

Бензойная группа.

C_7H_8	Бензоэнъ.
C_7H_8O	Бензойный алкоголь.
$C_7H_8O_2$	Бензойный гликоль.
C_7H_6O	Бензойный альдегидъ.
$C_7H_6O_2$	Бензойная кислота.
$C_7H_6O_3$	Ампелиновая кислота и т. д.

34) И на оборотъ, мы можемъ взять соединенія, занимающія аналогичныя мѣста въ различныхъ груп-

пахъ, и распредѣлить ихъ въ ряды, соотвѣтствующіе рядамъ одно-основныхъ кислотъ. Вотъ напр. рядъ ароматическихъ углеводородовъ.

Рядъ ароматическихъ углеводородовъ.

C_6H_6	Фенинъ.
C_7H_8	Бензоэнъ.
C_8H_{10}	Ксиленъ.
C_9H_{12}	Куменъ.
$C_{10}H_{14}$	Цименъ.

Слѣдующая таблица заключаетъ въ себѣ два ряда первоначальныхъ жирныхъ алкоголей и альдегидовъ, получающихся выдѣленіемъ изъ нихъ водорода.

Жирные алкоголи.		**Жирные альдегиды.**	
CH_4O	Метиловый.	CCl_2O	Хлороформовый.
C_2H_6O	Этиловый.	C_2H_4O	Уксусный.
C_3H_8O	Пропиловый.	C_3H_6O	Пропіоновый.
$C_4H_{10}O$	Бутиловый.	C_4H_8O	Бутировый.
$C_5H_{12}O$	Амиловый.	$C_5H_{10}O$	Валеріановый.
$C_6H_{14}O$	Капроновый	$C_6H_{12}O$	Капроновый.
$C_7H_{16}O$	Эйнантиловый	$C_7H_{14}O$	Эйнантиловый.
	и т. д.		и т. д.

Наконецъ имѣются еще углекислый и щавелевый ряды кислотъ, принадлежащихъ къ числу первичныхъ

одноосновныхъ кислотъ и къ выше приведеннымъ алкоголямъ и альдегидамъ.

Рядъ двуатомныхъ жирныхъ кислотъ.

$C\ H_2\ O_3$	Угольная.		
$C_2\ H_4\ O_3$	Гликолевая.	$C_2\ H_2\ O_4$	Щавелевая кисл.
$C_3\ H_6\ O_3$	Молочная.	$C_3\ H_4\ O_4$	Малоновая »
$C_4\ H_8\ O_3$	Бутилактиновая	$C_4\ H_6\ O_4$	Янтарная »
$C_5\ H_{10}\ O_3$	Фоциновая (!)	$C_5\ H_8\ O_4$	Липиновая »
$C_6\ H_{12}\ O_3$	Левциновая	$C_6\ H_{10}\ O_4$	Астипиновая »
$C_7\ H_{14}\ O_3$		$C_7\ H_{12}\ O_4$	Пимелиновая »
$C_8\ H_{16}\ O_3$	Неизвѣстны.	$C_8\ H_{14}\ O_4$	Пробковая »
$C_9\ H_{18}\ O_3$		$C_9\ H_{16}\ O_2$	Лепаргиновая »
$C_{10} H_{20}\ O_3$		$C_{10} H_{18}\ O_4$	Себациновая »

Поэтому, разлагая, присоединеніемъ воды, какой-нибудь сложный животный продуктъ на его простѣйшія составныя частицы, мы всегда или почти всегда можемъ указать каждой полной частицѣ при этомъ происходящей, свойственное ей положеніе въ извѣстномъ гомологическомъ ряду и извѣстной гетерологической группѣ, точно такъ какъ мы обыкновенный этилевый алкоголь помѣщаемъ въ рядъ алкоголей и въ группу уксусныхъ соединеній.

35) Попробуемъ же теперь приложить предшествующія соображенія къ опредѣленію состава и соотношеній одного животнаго продукта, называемаго гиппуровою кислотою. Эта кислота изображается очень сложною формулою $C_9\ H_9\ N\ O_3$ и содержитъ въ себѣ такимъ образомъ 22 составныхъ атома. Теперь извѣстно, что она состоитъ изъ остатка бензойной кислоты, остатка гликолевой кислоты и остатка амміака, соединенныхъ между собою особеннымъ образомъ. О положеніи, занимаемомъ бензойной и гликолевой кислотами въ группахъ и рядахъ, къ которымъ онѣ принадлежатъ, уже было упомянуто выше, бензойная кислота числится вторымъ членомъ ряда ароматическихъ кислотъ, а гликолевая вторымъ членомъ ряда углекислоты; первая служитъ представительницею бензойной группы, а вторая есть хорошо извѣстный членъ уксусной группы.

Составъ гиппуровой кислоты.

α Бензойная кислота		$C_7\ H_6\ O_2$
β Гликолевая	»	$C_2\ H_4\ O_3$
γ Амміакъ		$H_3\ N.$
		$C_9\ H_{13} NO_5.$
— 2 Воды		$H_4\ O_2.$
Гиппуровая кислота		$C_9\ H_9 NO_3.$

36) Вычитая два атома воды изъ суммы атомовъ углерода, водорода, азота и кислорода, содержащихся въ трехъ частицахъ: бензойной кислотѣ, гликолевой кислотѣ и амміакѣ, получается въ остаткѣ соединеніе,

имѣющее формулу гиппуровой кислоты. Мало однако найдется тѣлъ, о внутреннемъ строеніи которыхъ предложены-бы были болѣе разнообразныя мнѣнія, какъ о строеніи этой кислоты. Каждый химикъ, изслѣдовавшій это соединеніе, обработывалъ его особеннымъ реактивомъ и, смотря потому, дѣйствовалъ-ли избранный реактивъ на тотъ или другой изъ различныхъ остатковъ, входящихъ въ его составъ, составлялась та или другая гипотетическая формула для этого несчастнаго тѣла. Изъ трехъ составныхъ остатковъ, легче всѣхъ окисляется остатокъ гликолевой кислоты; поэтому, когда на гиппуровую кислоту дѣйствуютъ окисляющими средствами, наприм. перекисью свинца, то уксусный остатокъ разрушается, а бензойный и аммоніевый остатки остаются въ соединеніи другъ съ другомъ, образуя бензамидъ. Поэтому гиппуровую кислоту представляли какъ соединеніе какого-нибудь вида уксусной кислоты съ бензамидомъ, который въ свою очередь можетъ быть разложенъ на бензойную кислоту и аммiакъ (Фалингъ).

α Бензойная кислота $C_7 H_6 O_2$.
γ Амміакъ . . . . $H_3 N$.

$C_7 H_9 NO_2$.

— Воды . . . . $H_2 O$.

Бензамидъ . . . $C_7 H_7 NO$.

37) При дѣйствіи азотистой кислоты на амміакъ, водородъ его превращается въ воду, а азотъ отдѣляется въ газо-образномъ состояніи вмѣстѣ съ азотомъ азотистой кислоты,

Амміакъ.		Азотистая кислота.		Вода.		Азотъ.
$H_3 N$	+	$H N O_2$	=	$2 H_2 O$	+	$N 2$.

Когда на гиппуровую кислоту дѣйствуютъ азотистою кислотою, то ея аммоніакальный остатокъ разрушается подобнымъ же образомъ, а два другіе, соединяясь между собою, образуютъ бензо-гликолевую кислоту. Вслѣдствіе этой реакціи гиппуровую кислотупредставляли какъ соединеніе амміака съ бензо-гликолевою кислотою, которая въ свою очередь можетъ быть разложена на бензойную и гликолевую кислоты (Штрекеръ).

α Бензойная кислота $C_7 H_6 O_2$.
γ Гликолевая кислота $C_2 H_4 O_3$.

$C_9 H_{10} O_5$.

— Воды. . . . . $H_2 O$.

Бензо-гликолевая кислота $C_9 H_8 O_3$.

38) Мнѣ неизвѣстно никакого реактива, который-бы могъ разрушить бензойный остатокъ и оставить гликолевый и аммоніакальный въ соединеніи другъ съ другомъ; но кипяченіемъ гиппуровой кислоты съ кисло-

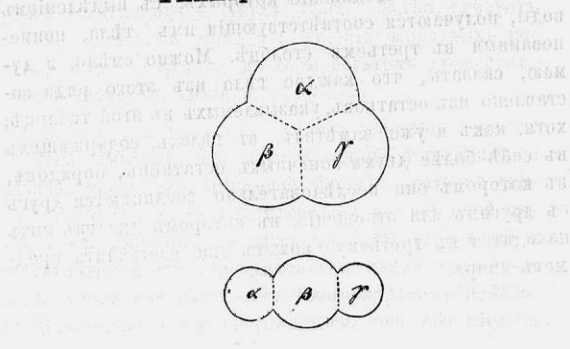
ты съ кислотами или щелогами, бензойный остатокъ можетъ быть отдѣленъ отъ двухъ другихъ, которые такимъ образомъ получаются въ видѣ гликоколя или желатиннаго сахара. На этомъ основаніи на гиппуровую кислоту смотрѣли и теперь обыкновенно смотрятъ какъ на соединеніе бензойной кислоты съ гликоколемъ, который самъ можетъ разлагаться на гликолевую кислоту и амміакъ (Дессень.)

β Гликолевая кислота	$C_2\ H_4\ O_3$.
γ Амміакъ	$H_3\ N$.
	$C_2\ H_7\ NO_3$.
— Вода . . .	$H_2\ O$.
Гликоколь	$C_2\ H_3\ NO_2$.

39) Наши настоящія свѣдѣнія о строеніи гиппуровой кислоты ограничиваются поэтому тѣмъ, что она содержитъ въ себѣ остатки трехъ различныхъ частицъ, которыя чрезъ поглощеніе воды, могутъ быть получены отдѣльно одна отъ другой. Если одинъ изъ этихъ остатковъ разрушается или удаляется другіе два остаются въ соединеніи поэтому, обработывая гиппуровую кислоту различными реактивами, мы можемъ получить бензойный и аммоніакальный остатки въ видѣ бензамида, или бензойный и гликолевый остатки въ видѣ бензо-гликолевой кислоты, или же гликолевый и аммоніакальный остатки въ видѣ гликоколя. Къ этому, до-

стовѣрно уже извѣстному, можно прибавить еще кое-что вѣроятное. Различныя соображенія, въ приложеніе которыхъ я не могу входить, указываютъ, по-видимому, на то, что аммоніакальный составной остатокъ гиппуровой кислоты крѣпче соединенъ съ гликолевымъ, чѣмъ съ бензойнымъ, такъ что строеніе гиппуровой кислоты лучше было-бы представить въ видѣ трехъ круговъ, расположенныхъ рядомъ, чѣмъ круговъ лежащихъ, какъ лепестки трилистника, какъ показано на нижеслѣдующихъ чертежахъ, хотя, впрочемъ, какъ я уже говорилъ, бензойный и аммоніакальный остатки могутъ оставаться въ соединеніи другъ съ другомъ, при вырѣзываніи, такъ сказать, изъ гиппуровой кислоты гликолеваго остатка.

Гиппуровая кислота.



Какъ-бы то ни было, я допускаю, что гиппуровая кислота состоитъ изъ остатка бензойной кислоты и остатка гликоколя, который содержитъ въ себѣ остатокъ гликолевой кислоты въ соединеніи съ остаткомъ амміака; я допускаю также, что относительно тѣлъ, заключающихъ въ себѣ болѣе двухъ конечныхъ остатковъ, мы можемъ съ большею или меньшею вѣроятностью опредѣлять, какимъ образомъ остатки соединены одинъ съ другимъ.

40) Соединенія, названія которыхъ содержатся въ третьемъ столбцѣ нижеслѣдующей таблицы, встрѣчаются или какъ естественные продукты животнаго организма или же какъ составные остатки такихъ естественныхъ продуктовъ. Первый и второй столбцы заключаютъ въ себѣ названія простѣйшихъ частицъ, чрезъ взаимное соединеніе которыхъ, съ выдѣленіемъ воды, получаются соотвѣтствующія имъ тѣла, поименованныя въ третьемъ столбцѣ. Можно смѣло, я думаю, сказать, что каждое тѣло изъ этого ряда составлено изъ остатковъ, указываемыхъ въ этой таблицѣ; хотя, какъ я уже замѣтилъ, въ тѣлахъ, содержащихъ въ себѣ болѣе двухъ конечныхъ остатковъ, порядокъ, въ которомъ они послѣдовательно соединяются другъ съ другомъ или отношеніе, въ которомъ два изъ нихъ находятся къ третьему, можетъ еще составлять предметъ спора.

Остатки.		**Діаметры.**
Алкоголь	Сѣрная кисл.	Изетіоновая кисл.
Древесный спиртъ	Амміакъ	Метиламинъ
Углекислота	Амміакъ	Мочевина
Гликолевая кислота	Амміакъ	Гликоколь
Левциновая кислота	Амміакъ	Левцинъ
Пальмитиновая кисл.	Цетилъ	Спермацетъ
Пальмитиновая кисл.	Мемессинъ	Мирицинъ
Пальмитиновая кисл.	Глицеринъ	Пальмитинъ
Стеариновая кисл.	Глицеринъ	Стеаринъ
Олеиновая кислота	Глицеринъ	Олеинъ

41) Первое изъ этихъ тѣлъ, именно изетіоновая кислота, есть составная часть таурина; она образуется соединеніемъ алкоголя съ сѣрною кислотою при выдѣленіи воды, или, другими словами, она содержитъ въ себѣ остатки этихъ двухъ тѣлъ. Далѣе слѣдуетъ метиламинъ, частый продуктъ гніенія животныхъ веществъ; онъ содержитъ въ себѣ остатокъ древеснаго спирта и остатокъ амміака.

Мочевина состоитъ изъ остатка угольной кислоты и остатка амміака. Въ первой лекціи я говорилъ о мочевинѣ, какъ объ амидовой формѣ угольной кислоты; говорилъ, что она относится къ угольной кислотѣ какъ амміакъ относится къ водѣ, теперь же я представляю ее какъ соединеніе угольной кислоты и амміака, лишенное воды; достаточно впрочемъ небольшаго размышленія, чтобы убѣдиться, что оба взгляда

на это и подобныя ему тѣла въ сущности совершенно одинаковы. Эмпирическая формула—угольной кислоты, подъ которой я разумѣю гидратъ угольной кислоты, есть $CH_2 O_3$, а формула мочевины $CH_4 N_2 O$. Но, разсматривая оба тѣла, какъ производныя отъ двойнаго атома воды или аммiака, или какъ гидратъ и амидъ карбонила, мы получимъ формулу $(CO'') H_2 O_2$, соотвѣтствующую $H_4 O_2$, и формулу $(CO'') H_4 N_2$ соотвѣтствующую $H_6 N_2$. Изображенiе мочевины, какъ соединенiя угольной кислоты и аммiака, лишенное воды, или какъ видоизмѣненiя угольной кислоты, въ которомъ нѣкоторые элементы воды замѣщены соотвѣтствующими элементами аммiака, представлено въ слѣдующихъ почти тождественныхъ уравненiяхъ.

Угольная кислота		2 Аммiака	2 Воды	Мочевина
$CH_2 O_3$	+	$H_6 N_2$ —	$H_2 O_4$ =	$CH_4 N_2 O$
$(CO) H_2 O_2$	+	$(H_2) H_4 N_2$ =	$(H_2) H_2 O_2$ +	$(CO) H_2 N_2$

Гликоколь или желатинный сахаръ содержитъ въ себѣ, какъ я уже замѣтилъ, остатокъ аммiака и остатокъ гликолевой кислоты. Левцинъ, о которомъ мнѣ придется высказать нѣкоторыя замѣчанiя въ слѣдующей лекцiи, есть гомологъ гликоколя и содержитъ въ себѣ остатокъ аммiака и остатокъ левциновой кислоты. Спермацетъ состоитъ изъ остатка пальмитиновой кислоты, важнаго члена въ ряду первичныхъ жирныхъ кислотъ, соединеннаго съ остаткомъ плотнаго цетиловаго алкоголя, который относится къ пальмитиновой

кислотѣ точно такъ, какъ обыкновенной этиловый алкоголь относится къ уксусной кислотѣ, такъ что спермацетъ представляетъ вѣрный гомологъ уксуснаго эѳира, какъ видно изъ слѣдующихъ уравненiй.

Уксусная кислота.	Этиловый алкоголь.	Вода.	Уксусный эѳиръ.
$C_2 H_4 O_2$	+ $C_2 H_6 O$ —	$H_2 O$ =	$C_4 H_8 O_2$

Пальмитиновая кислота.	Цетиловый алкоголь.	Вода.	Спермацетъ.
$C_{16} H_{32} O_2$	+ $C_{16} H_{34} O$ —	$H_2 O$ =	$C_{34} H_{62} O_2$

Марицинъ, составляющiй отъ 60 до 80 процентовъ обыкновеннаго пчелинаго воска, есть соединенiе остатка пальмитиновой кислоты съ остаткомъ другаго твердаго алкоголя, мелиссиноваго, представляемаго формулою $C_{30} H_{62} O$. Мирицинъ составленъ по тому же типическому уравненiю, какъ спермацетъ и уксуснокислый эѳиръ, именно $A + B — H_2 O = X$; но входящая въ составъ его пальмитиновая кислота соединена въ немъ не съ алкоголемъ своей собственной группы, а съ алкоголемъ, содержащимъ двойное число атомовъ углерода.

Слѣдующiя три тѣла приведены какъ образцы настоящихъ жировъ. Первое изъ нихъ, пальмитинъ, есть важная составная часть пальмоваго масла, оно находится также въ значительномъ количествѣ въ человѣческомъ и другихъ мягкихъ жирахъ. Образованiе

всѣхъ трехъ опредѣляется однимъ и тѣмъ же типическимъ уравненіемъ $3A + B - 3H_2O = X$, какъ видно изъ слѣдующаго:

Жирная кислота.	Глицеринъ.	Вода.
$3C_{16}H_{32}O_2$	$+ C_3H_8O_3$	$- 3H_2O$ = Пальмитинъ.
$3C_{18}H_{36}O_2$	$+ C_3H_8O_3$	$- 3H_2O$ = Стеаринъ.
$3C_{18}H_{34}O_2$	$+ C_3H_8O_3$	$- 3H_2O$ = Олеинъ.

Не трудно замѣтить, что стеариновая кислота есть гомологъ пальмитиновой, къ которой она стоитъ ближе всѣхъ въ ряду, но олеиновая кислота, отличающаяся по составу отъ стеариновой кислоты недостачей двухъ атомовъ водорода, принадлежитъ къ совершенно другому ряду соединеній, именно ко вторичному ряду жирныхъ кислотъ. Простѣйшая изъ извѣстныхъ кислотъ этого ряда — акрилевая, членъ пропіоновой группы; эта кислота, какъ можно видѣть изъ предъидущей таблицы пропіоновыхъ соединеній, относится къ пропіоновой кислотѣ точно такъ, какъ олеиновая къ стеариновой.

42) Всѣ разсмотрѣнныя нами тѣла содержатъ въ себѣ остатки частицъ, которыя могутъ быть разсматриваемы, какъ первичныя или аплоновыя, но нѣкоторые изъ остатковъ, заключающихся въ соединеніяхъ, представленныхъ на нижеслѣдующей таблицѣ, сами уже представляютъ сложныя тѣла, содержащія двѣ или болѣе простыхъ частицъ.

Остатки.	**Полимероны.**
Изетіоновая кислота.	Амміакъ. Тауринъ.
Гликолевая »	Метиламинъ. Саркозинъ.
Углекислота	Мочевина. Аллофанъ.
Щавелевая »	Мочевина. Парабанъ.
Мезоксалевая »	Мочевина. Аллоксанъ.
Бензойная »	Гликоколь. Гиппуровая кислота.
Холевая »	Гликоколь. Гликохолевая »
Холевая »	Тауринъ. Таурохолевая »
Мочевина	Саркозинъ. Креатинъ.
Мочевина	Метиламинъ. Метилураминъ.

Тауринъ состоитъ изъ остатка амміака соединеннаго съ остаткомъ изетіоновой кислоты, состоящей изъ остатка алкоголя и остатка сѣрной кислоты. Саркозинъ, составная часть креатина, заключаетъ въ себѣ остатокъ гликолевой кислоты и остатокъ метиламина, состоящаго въ свою очередь изъ остатка древеснаго спирта и остатка амміака. Аллофанъ есть чисто искусственное соединеніе, близкое къ парабану и аллоксану, продуктамъ окисленія мочевой кислоты. Эти три тѣла состоятъ изъ остатковъ 1) угольной кислоты CH_2O_3. 2) щавелевой $C_2H_2O_4$ и 3) мезоксалевой $C_3H_2O_5$ соединенныхъ съ остаткомъ мочевины, которая въ свою очередь заключаетъ въ себѣ остатокъ угольной кислоты и остатокъ амміака. Химическое сложеніе всѣхъ трехъ тѣлъ выражается однимъ и тѣмъ-же типиче-

скимъ уравненіемъ $A + B - 2H_2O = X$, какъ это видно изъ слѣдующаго примѣра, относящагося къ аллоксану:

Мочевина.	Мезоксалевая кисл.	Вода.	Аллоксанъ.
CH_4N_2O +	$C_3H_2O_5$	— $2H_2O$ =	$C_4H_2N_2O_4$

Гиппуровая кислота заключаетъ въ себѣ, какъ я уже говорилъ, остатокъ бензойной кислоты и остатокъ гликоколя, который самъ состоитъ изъ остатковъ гликолевой кислоты и амміака; за нею слѣдуютъ двѣ главныя составныя части желчи: первая изъ нихъ — гликолевая кислота, состоитъ изъ остатка холевой кислоты и остатка гликоколя; она отличается слѣдовательно отъ гиппуровой кислоты только тѣмъ, что заключаетъ въ себѣ остатокъ холевой кислоты $C_{24}H_{40}O_5$, вмѣсто остатка бензойной кислоты, $C_7H_6O_2$. Другая желчная кислота, называемая таурохолевою, состоитъ изъ остатка холевой кислоты и остатка таурина, заключающаго въ себѣ остатки амміака и изетіоновой кислоты, а эта послѣдняя содержитъ въ себѣ остатокъ алкоголя и остатокъ сѣрной кислоты.

Таурохолевая кислоты.
- Холевая
- Тауринъ.
  - Амміакъ.
  - Изетіоновая к.
    - Алкоголь.
    - Сѣрная кислота.

43) Послѣднее соединеніе, на которое я еще обращу ваше вниманіе въ этотъ разъ, есть креатинъ, прекрасное кристаллическое вещество. Онъ находится въ

значительномъ количествѣ въ мышечномъ сокѣ, а также и въ мочѣ человѣка, хотя въ гораздо меньшемъ количествѣ. Креатинъ изображается формулою $C_4H_9N_3O_2$. Подъ вліяніемъ ѣдкаго барита онъ поглощаетъ воду и превращается въ саркозинъ и мочевину, остатки которыхъ предсуществуютъ въ креатинѣ:

Мочевина.	Саркозинъ.	Вода.	Креатинъ.
CH_4N_2O +	$C_3H_7NO_2$	— H_2O =	$C_4H_9N_3O_2$.

Мочевина, какъ выше замѣчено, содержитъ остатки угольной кислоты и амміака, а саркозинъ остатки—гликолевой кислоты и метиламина, который въ свою очередь заключаетъ въ себѣ остатки амміака и древеснаго спирта, какъ видно изъ слѣдующей таблицы.

Креатинъ.
- Мочевина.
  - Угольная кислота.
  - Амміакъ.
- Саркозинъ
  - Гликолевая кислота.
  - Метиламинъ
    - Древный спиртъ.
    - Амміакъ.

Мы видѣли выше, что гликолевый остатокъ въ гиппуровой кислотѣ можетъ быть выдѣленъ окисленіемъ, причемъ бензойный и аммоніакальный остатки соединяются другъ съ другомъ и образуютъ бензамидъ. Подобнымъ же образомъ можно гликолевый остатокъ выдѣлить окисленіемъ и изъ креатина, причемъ остатки мочевины и метиламина, соединяясь другъ съ другомъ, образуютъ метилураминъ или метилъ-гуанидинъ.

Мочевина. Метиламинъ. Вода. Метилураминъ.

$CH_4N_2O + CH_5N - H_2O = C_2H_7N_3$.

Заканчивая этими чрезвычайно сложными животными продуктами, я, надѣюсь, достаточно ясно объяснилъ то важное положеніе, что наиболѣе сложныя тѣла составлены изъ остатковъ сравнительно простыхъ частицъ, которыя по большей части могутъ быть отнесены къ извѣстнымъ естественнымъ рядамъ и группамъ сродныхъ тѣлъ; къ такимъ рядамъ, какъ рядъ ароматическихъ или жирныхъ кислотъ, альдегидовъ, алкоголей и т. д. и къ такимъ группамъ какъ бензойная, уксусная, пропіоновая и бутировая.

Лекція III.

Краткій перечень сказаннаго. — Статистическая и динамическая стороны органической химіи. — Разрушеніе и составленіе составныхъ частицъ. — Стремленіе окисленія произвести частицы, содержащія все менѣе и менѣе атомовъ углерода и водорода. — Конечное образованіе угле-ангидрида CO_2 и воды H_2O. — Разлагающій или аналитическій періодъ органической химіи. — Естественный синтезъ органическихъ соединеній, сопровождаемый разкисленіемъ. — Освобожденіе кислорода растущими растеніями. — Стремленіе разкисленія соединить отдѣльные атомы углерода и водорода въ сложныя частицы. — Растительныя ткани и отдѣленія образуются разкисленіемъ угле-ангидрида и воды. — Неполное знаніе промежуточныхъ продуктовъ. — Образованіе азотистыхъ тканей. — Отношеніе аммiака къ жизни растеній. — Соотношенія аммiака, азотистой кислоты и азота. — Разкисленіе азотистой кислоты растеніями. — Одинаковая годность азотистой кислоты и аммiака для удобренія почвы. — Существованіе азота въ естественныхъ органическихъ продуктахъ какъ остатка аммiака. — Искусственный синтезъ органическихъ тѣлъ. — Соединеніе составныхъ частицъ между собою. — Элементарное образованіе составныхъ частицъ. — Историческія замѣтки объ органическомъ синтезѣ. — Предполагаемая недостаточность химическихъ и необходимость жизненныхъ силъ. —

скусственное образованіе всѣхъ органическихъ соединеній чисто химическими средствами. — Образованіе уксусной кислоты косвеннымъ путемъ изъ углерода, водорода и кислорода. Кольбомъ 1845.— Послѣдующіе успѣхи, сдѣланные Бертело и другими. — Окисленіе водорода въ воду и углерода въ угле-ангидридъ. — Развитіе свѣта и теплоты. — Разкисленіе воды и угле-ангидрида въ водородъ и углеродъ. — Подобное-же отдѣленіе кислорода отъ водорода и углерода, производимое живыми растеніями и искусственными процессами. — Сравненіе разкисляющихъ растительныхъ отправленій съ окисляющими животными. — Свойство силъ, отъ которыхъ зависятъ эти дѣйствія.

44) Въ послѣдней лекціи я сказалъ, что химикамъ извѣстно значительное число одно-основныхъ органическихъ кислотъ, содержащихъ, каждая, по два атома кислорода въ своей частицѣ и что эти кислоты могутъ быть распредѣлены на два главные класса, классъ ароматическихъ и классъ жирныхъ кислотъ, какъ видно изъ прилагаемаго списка:

Жирныя кислоты.	Ароматическія кислоты.
Муравьиная $C H_2 O_2$	Колловая $C_6 H_4 O_2$.
Уксусная $C_2 H_4 O_2$	Бензойная $C_7 H_6 O_2$.
Пропіоновая $C_3 H_6 O_2$	Толуиновая $C_8 H_8 O_2$.
Масляная $C_4 H_8 O_2$	Пициновая $C_9 H_{10} O_2$.
Валеріановая $C_5 H_{10} O_2$	Куминовая $C_{10} H_{12} O_2$.
»	»
Меллисиновая $C_{30} H_{60} O_2$.	

Кислоты этихъ двухъ рядовъ представляютъ, какъ я говорилъ, замѣтное сходство между собою въ строеніи, свойствахъ и расположеніи въ рядахъ; кромѣ того, подвергаясь дѣйствію однихъ и тѣхъ-же химическихъ реактивовъ, онѣ претерпѣваютъ совершенно аналогичныя превращенія. Я остановился преимущественно на сходствѣ, обнаруживаемомъ послѣдовательными членами каждаго ряда и указалъ на то, что даже самые отдаленные члены извѣстнаго ряда, отличаются другъ отъ друга только количественными различіями. Я также замѣтилъ, что каждая изъ этихъ первичныхъ одно-основныхъ кислотъ, жирныхъ или ароматическихъ, имѣетъ сродство съ болѣе или менѣе полнымъ рядомъ соединеній, отличныхъ отъ нея строеніемъ и свойствами, но взаимно связанныхъ тѣмъ, что они содержатъ одинаковое съ нею число атомовъ углерода и, еще замѣтнѣе, тѣмъ, что они могутъ происходить и превращаться другъ въ друга. Такъ напр. уксусная кислота, $C_2 H_4 O_2$, соединяется съ менѣе окисленными тѣлами—маслороднымъ газомъ $C_2 H_4$, алкоголемъ, $C_2 H_6 \cdot O$ и альдегидомъ $C_2 H_4 O$, равно какъ и съ болѣе окисленными. гликолевою и щавелевою кислотами, $C_2 H_4 O_3$ и $C_2 H_2 O_4$, такъ что всѣ эти соединѣнія могутъ быть разсматриваемы: какъ видоизмѣненія одной и той-же первичной частицы. Далѣе я говорилъ, что сложные продукты тканей животнаго и растительнаго царствъ составлены изъ остатковъ этихъ жирныхъ и ароматическихъ кислотъ и изъ сродныхъ съ ними веществъ; такъ что, разлагая такіе продукты тканей на ихъ составныя частицы, въ боль-

шинствѣ случаевъ можно, даже въ настоящее время, указать этимъ частицамъ ихъ соотвѣтствующія мѣста въ извѣстныхъ, опредѣленныхъ рядахъ и группахъ; и мы имѣемъ основаніе думать, что съ расширеніемъ круга нашихъ знаній, можно будетъ сдѣлать это во всѣхъ случаяхъ.

45) Въ первой лекціи я сказалъ вамъ, кромѣ того, что органическая химія имѣетъ двѣ стороны: статическую, относящуюся къ составу тѣлъ, и динамическую, изучающую измѣненія ихъ состава. Все, сказанное мною до-сихъ-поръ, относилось главнымъ образомъ къ статической сторонѣ предмета. Я упоминалъ правда о взаимныхъ превращеніяхъ, производимыхъ окисленіемъ и раскисленіемъ соединеній, принадлежащихъ къ одной и той-же естественной группѣ; говорилъ нѣсколько подробнѣе о взаимномъ сочетаніи ихъ различныхъ остатковъ при образованіи сложныхъ продуктовъ тканей, и объ отдѣленіи полныхъ остатковъ другъ отъ друга, при разложеніи этихъ продуктовъ; но до-сихъ-поръ я еще не разсматривалъ способа образованія самыхъ первичныхъ составныхъ частицъ и способа, которымъ-бы можно было разрушить уже образовавшіяся частицы. На эти вопросы обращу я теперь ваше вниманіе.

46) Дѣйствуя на самые сложные члены ряда жирныхъ кислотъ, напр. сильными окисляющими средствами, мы получаемъ тѣла, въ которыхъ число составныхъ атомовъ водорода и углерода прогрессивно уменьшается, пока мы не доходимъ до тѣлъ, содержащихъ

въ себѣ только два и наконецъ только одинъ атомъ углерода. Нѣкоторые изъ этихъ послѣдовательныхъ продуктовъ окисленія заключаютъ въ себѣ такое-же число атомовъ кислорода, какъ и тѣла, отъ которыхъ они произошли, но въ большинствѣ случаевъ они содержатъ его болѣе и поэтому относятся къ ряду болѣе окисленныхъ тѣлъ. Но содержатъ-ли они тоже самое или большее число атомовъ кислорода, число атомовъ углерода и водорода становится въ нихъ постепенно все меньше и меньше, и ихъ частицы относятся къ болѣе и болѣе простымъ группамъ. Такъ напримѣръ при постепенномъ окисленіи стеариновой кислоты $C_{13} H_{36} O_2$ азотною кислотою средней крѣпости получаются, кромѣ многихъ другихъ, слѣдующія промежуточныя соединенія:

Продукты окисленія.

Рутовая кислотъ	$C_{10} H_{20} O_2$.	
Пробковая »		$C_8 H_{14} O_4$.
Энантиловая »	$C_7 H_{14} O_2$.	
Пимелиновая »		$C_7 H_{12} O_4$.
Капроновая »	$C_6 H_{12} O_2$.	
Адипиновая »		$C_6 H_{10} O_4$.
Масляная »	$C_4 H_8 O_2$.	
Янтарная »		$C_4 H_6 O_4$.

47) И такъ, окисленіе постоянно стремится отдѣлять атомы углерода и водорода, входящіе въ составъ соединенія, одинъ отъ другаго, пока, наконецъ, не получится самое устойчивое одно-углеродное соединеніе, извѣстное химикамъ, именно угле-ангидридъ, или, какъ его часто называютъ, углекислота. Какъ-бы ни была сложна первоначальная частица, всегда, посредствомъ окисленія, она можетъ-быть превращена, переходя предварительно цѣлый рядъ все менѣе и менѣе сложныхъ соединеній, въ угле-ангидридъ, или окись углерода съ одной стороны, и въ воду, или окись водорода съ другой, въ тѣ самыя тѣла, изъ которыхъ растительные организмы прямымъ, а животные организмы косвеннымъ путемъ образуютъ сложныя тѣла, названныя нами ближайшими органическими началами. «Одинъ конецъ ряда органическихъ соединеній», замѣтилъ Гергардъ лѣтъ двадцать тому назадъ «занимаютъ бѣлковина, желатина, жиръ и мозговое вещество, а другой—угольная кислота, вода и амміакъ; въ промежуткѣ-же между ними находится безконечное множество тѣлъ. Химикъ, дѣйствуя на вещества, стоящія на верху этого ряда окисляющими дѣятелями, сожигая послѣдовательно часть углерода и водорода, въ нихъ заключающагося, постепенно спускается внизъ къ болѣе и болѣе простымъ продуктамъ».

48) Мы разсмотрѣли такимъ образомъ одну важную сторону органической химіи, именно аналитическую или разлагающую; на нее почти исключительно было обращено вниманіе химиковъ до послѣднихъ годовъ;

было даже время, когда ее считали единственно возможною задачею химіи. Ссылаюсь опять на того-же замѣчательнаго химика, ученикомъ котораго я всегда съ гордостью признаю себя: «Я указалъ», писалъ Гергардъ въ 1842 г., «какъ химикъ во всемъ поступаетъ противно живой природѣ; онъ сожигаетъ, разрушаетъ, дѣйствуетъ посредствомъ анализа; одна жизненная сила дѣйствуетъ синтетически и возобновляетъ зданіе, разрушенное химическими силами». Но на самомъ дѣлѣ медаль имѣетъ свою обратную сторону; органическая химія можетъ быть столько же синтетическою, какъ аналитическою, можетъ также воспроизводить какъ и разрушать. На эту точку зрѣнія я хочу теперь обратить ваше вниманіе.

49) Едва-ли нужно упоминать вамъ о способѣ образованія растительныхъ продуктовъ. Маленькое сѣмя выростаетъ въ гигантское дерево, огромная масса котораго состоитъ изъ углерода, водорода и кислорода извлеченныхъ живымъ организмомъ изъ угле-кислоты и воды, которыя питали его въ теченіи всего періода его существованія и которыя переработались имъ въ разнообразныя формы растительной ткани. Это скопленіе углерода, водорода и кислорода — это образованіе растительныхъ соединеній, постоянно сопровождается выдѣленіемъ кислорода. Такъ какъ количество кислорода, содержащагося въ углекислотѣ и водѣ значительно превышаетъ количество его въ растительныхъ тканяхъ и отдѣленіяхъ, то во все время развитія каждаго растенія происходитъ постоянное

разкисленіе углекислоты и воды. Углеродъ, водородъ и необходимое количество кислорода остаются въ растеніи, а излишекъ кислорода, не нужный растенію, отдѣляется имъ въ атмосферу. Я напомню вамъ одинъ изъ опытовъ *Пристлея* по этому предмету. Онъ показалъ, напримѣръ, что подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта, растеніе съ быстро растущими листьями, поставленное въ атмосферу, лишенную кислорода и переполненную углекислотою, постепенно возстановляетъ первоначальный составъ этой атмосферы, поглощая и послѣдовательно разлагая углекислоту на кислородъ, выдѣляемый листьями и углеродъ, задерживаемый внутри растенія. Слѣдующій опытъ есть подражаніе выше описанному. Въ узкій цилиндръ, наполненный водою, насыщенною углекислотой и помѣщенный въ водяной ваннѣ, вкладываютъ пучекъ свѣжей мяты и все это вмѣстѣ выставляютъ на солнце. Вскорѣ всѣ листья растенія покрываются маленькими пузырьками газа, и небольшое, но все-таки замѣтное, количество газа собирается въ верхней части цилиндра. Вынувъ пучекъ мяты изъ цилиндра и впустивъ въ него нѣсколько пузырьковъ окиси азота, можно замѣтить въ верхней части цилиндра появленіе темнобураго пара, обнаруживающее присутствіе кислорода; этотъ кислородъ, постепенно выдѣляемый растущимъ растеніемъ, былъ отдѣленъ имъ изъ окружащей его углекислоты, или гидрата окиси углерода.

50) Какъ окисленіе стремится раздѣлить атомы углерода и водорода, входящіе въ составъ сложной органической частицы на болѣе и болѣе простыя тѣла, такъ точно разкисленіе стремится соединить отдѣльные атомы углерода и водорода въ болѣе и болѣе сложныя тѣла. Организмъ растенія, напримѣръ, дѣйствующій только на одно-углеродныя частицы, производитъ одновременно и разкисленіе и взаимное соединеніе ихъ. Онъ лишаетъ ихъ кислорода, выдѣляя его въ атмосферу, и соединяетъ оставшіеся, менѣе окисленные углеродъ и водородъ, въ различныя формы растительной ткани и отдѣленій. Какія тѣла занимаютъ промежуточныя ступени между водою и углекислотою съ одной стороны и нѣкоторыми растительными соединеніями, какъ маннитъ или сахаръ, съ другой мы положительно еще сказать не можемъ, хотя наши свѣдѣнія по этому предмету увеличиваются съ каждымъ днемъ. Но, какъ ни недостаточно наше знакомство съ промежуточными ступенями, конечный результатъ совершенно понятенъ. Мы знаемъ, напримѣръ, что при образованіи маннита, произошло разкисленіе шести частицъ угле-ангидрида и семи частицъ воды, и что во время этого разкисленія тринадцать отдѣльныхъ частицъ соединились въ одну.

Угле-ангидридъ.		Вода.		Кислородъ.		Маннитъ.
CO_2	+	$7H_2O$	—	$13O$	=	$1\ C_6H_{14}O_6$.

51) Главнымъ образомъ желаю я обратить ваше вниманіе на то, что тогда какъ окисленіе стремится къ разъединенію атомовъ и къ образованію

простѣйшихъ тѣлъ изъ болѣе сложныхъ, разкисленіе, какъ мы видимъ въ растительномъ царствѣ, стремится къ соединенію атомовъ или къ образованію сложныхъ тѣлъ изъ простыхъ. Химикъ, въ своей лабораторіи, можетъ подражать, хотя довольно грубо, синтезу природы. Мы находимъ, что въ лабораторіи, какъ и въ организмѣ, разкисленіе приводитъ къ соединенію атомовъ и къ образованію сложныхъ частицъ. Наперекоръ ученьямъ, считавшимся только нѣсколько лѣтъ тому назадъ неоспоримыми, мы находимъ теперь, что химикъ, подобно самому растенію, можетъ образовать изъ углекислоты и воды множество органическихъ тѣлъ, и нѣтъ основанія сомнѣваться въ возможности воспроизведенія какихъ-бы то ни было животн. и растительныхъ началъ.

52) Но для образованія нѣкоторыхъ органическихъ началъ естественнымъ или искусственнымъ путемъ требуется еще кое-что кромѣ углекислоты и воды. Бѣлковыя тѣла, напримѣръ, не могутъ происходить безъ азота, и всѣ вообще растенія не могутъ расти безъ амміака или какого-нибудь соединенія, которое-бы могло въ него превращаться. Нужно замѣтить, однако, что амміакъ, разсматриваемый какъ пища растеній, отличается отъ угле-ангидрида и воды въ томъ важномъ отношеніи, что онъ неспособенъ къ разкисленію. Напротивъ, амміакъ представляетъ наиболѣе разкисленное соединеніе изъ всѣхъ извѣстныхъ химикамъ соединеній азота. Даже самый азотъ можетъ считаться менѣе разкисленнымъ чѣмъ амміакъ, такъ какъ онъ

представляетъ промежуточное тѣло между амміакомъ и азотистою кислотою.

Азотистыя частицы.

HNO_3 Азотная кислота.

HNO_2 Азотистая кислота.

NN Азотъ.

H_3N Амміакъ.

Разсматривая азотную и азотистую кислоты, какъ окисленныя формы азота, амміакъ нужно принимать за разкисленную форму его, такъ какъ самый азотъ, въ отношеніи къ состоянію окисленія, стоитъ какъ разъ между амміакомъ и азотистою кислотою; это можно пояснить еще слѣдующимъ опытомъ.

53) При пропусканіи электрическихъ искръ Румкорфскаго аппарата черезъ влажный воздухъ, содержащійся въ стеклянномъ цилиндрѣ, часть азота воздуха постепенно окисляется, и, спустя короткое время, мы замѣтимъ появленіе бурыхъ паровъ, образующихся вслѣдствіе такой реакціи.

Азотъ.		Кислородъ.		Вода.		Азотистая кизлота.
N_2	+	O_3	+	H_2O	=	$2HNO_2$.

Если продолжать опытъ далѣе, то густота цвѣта окрашенныхъ паровъ въ цилиндрѣ значительно усили-

вается. Присутствіе образовавшейся азотистой кислоты можно впрочемъ обнаружить и гораздо ранѣе, подвергнувъ ея дѣйствію кусокъ бумаги, пропитанный крахмальнымъ клейстеромъ, смѣшаннымъ съ растворамъ іодистаго калія. Можно произвести и обратный опытъ. Если въ эту стклянку, содержащую смѣсь матеріаловъ для добыванія водорода, именно нѣсколько зерненнаго цинка, желѣзныя опилки и теплый растворъ ѣдкаго кали, прибавить нѣсколько того же раствора, взболтаннаго съ бурыми парами, образовавшимися въ прошломъ опытѣ, то отдѣленіе водорода усиливается и отдѣляющійся газъ получаетъ явственно амміакальныя свойства; онъ измѣняетъ цвѣтъ куркумовой бумажки, и дымится въ соприкосновеніи съ парами хлористо-водородной кислоты. Реакція, происходящая въ стклянкѣ, выражается слѣдующимъ уравненіемъ:

Азотистая кислота.	Водородъ	Вода.	Амміакъ.
HNO_2 +	H_6	$= 2H_2O$ +	H_3N.

Такъ что здѣсь нетолько отдѣляется кислородъ, отъ азотистой кислоты, но еще къ нему прибавляется водородъ.

55) Соединяя окисленный азотъ, или азотистую кислоту HNO_2 съ водородной формою азота, амміакомъ H_3N, мы получимъ азотисто-кислый амміакъ NH_3HNO_2, среднюю, кристаллизующуюся соль. При нагрѣваніи въ ретортѣ концентрированнаго раствора ея

отдѣляется въ изобиліи газъ, который можно собрать въ водяной ваннѣ; этотъ газъ есть азотъ, узнаваемый легко потому, что въ немъ тухнутъ горящія тѣла. При этомъ разложеніи совершенно достаточно водорода амміака для удаленія излишка кислорода изъ азотистой кислоты, вслѣдствіе чего одновременно освобождается азотъ обѣихъ составныхъ частей соли.

Азотистокислый амміакъ.	Вода.	Азотъ.
NH_3HNO_2	$= 2H_2O_2$ +	N_2.

Поэтому азотъ, относительно состоянія окисленія, можно разсматривать какъ промежуточное тѣло, между азотистою кислотою и амміакомъ, тогда какъ амміакъ слѣдуетъ принимать за крайній продуктъ разкисленія. Соотвѣтственно этому, опыты, сдѣланные какъ въ лабораторіяхъ такъ и на поляхъ (послѣдніе произведены преимущественно Гг. Лоуэсомъ и Жильбертомъ) показали, что хлѣбныя и другія растенія одинаково хорошо растутъ какъ на поляхъ, удобренныхъ азотно или азотисто-кислыми солями, такъ и на тѣхъ, которые удобрены амміачными солями, и что растеніе, снабженное водою, углекислотою и азотистою кислотою, производитъ на азотистую кислоту такое же дѣйствіе какъ на воду и углекислоту, вслѣдствіе чего въ изобиліи образуются не только крахмалистыя, но и амміачныя или азотистыя начала. Нѣкоторые химики утверждали даже, что азотистая кислота скорѣе можетъ считаться нормальною азотистою пищею расте-

ній нежели амміакъ, и что амміакъ обработанной почвы обыкновенно превращается въ азотистую кислоту прежде чѣмъ поглощается корешками растеній.

56) Какъ-бы то ни было, мы знаемъ что во всѣхъ животныхъ и растительныхъ азотистыхъ продуктахъ, строеніе которыхъ уже изучено, азотъ существуетъ какъ отдѣльная группа, какъ остатокъ или представитель амміака, готовый при стеченіи благопріятныхъ обстоятельствъ превратиться снова въ амміакъ. Тоже самое мы имѣемъ полное основаніе думать и обо всѣхъ другихъ подобныхъ соединеніяхъ. «Азотъ», какъ замѣтилъ Лоранъ, лѣтъ десять тому назадъ, «входитъ въ составъ органическихъ веществъ не на одинаковыхъ, такъ сказать, условіяхъ, съ другими тѣлами. Органическія соединенія состоятъ по-видимому только изъ углерода, водорода и кислорода, азотъ же существуетъ въ нихъ только какъ представитель амміака или азотистой кислоты. Въ естественныхъ органическихъ соединеніяхъ, азотъ встрѣчается только какъ остатокъ амміака, но въ искусственно составленныхъ иногда встрѣчается онъ въ видѣ остатка амміака, какъ напр. въ синеродѣ $C_2 N_2$ а иногда въ видѣ остатка азотной кислоты, какъ въ азобензидѣ $C_{12} H_{10} N$.

57) Въ искусственномъ образованіи органическихъ соединеній нужно, поэтому разсматривать, во-первыхъ, образованіе первичныхъ частичекъ, состоящихъ изъ кислорода, углерода и водорода и во-вторыхъ,

образованіе сложныхъ органическихъ частицъ вслѣдствіе соединенія остатковъ этихъ частицъ между собою и съ амміакомъ. Почти съ первыхъ дней органической химіи, химики обладаютъ возможностью соединять остатки аплоновыхъ частицъ одни съ другими и приготовлять этимъ способомъ болѣе или менѣе сложныя тѣла; этой возможности никто и не отрицалъ, она была вполнѣ признана всѣми. Странно однако, что только въ послѣдніе годы воспользовались этою возможностью для приготовленія нѣкоторыхъ изъ самыхъ обыкновенныхъ составныхъ частей животныхъ и растительныхъ тѣлъ. Только въ послѣдніе годы напримѣръ химики приготовили стеаринъ, соединяя остатки глицерина и жирной кислоты; саркозинъ,—соединяя остатки уксусной кислоты и метиламина: гиппуровую кислоту, соединяя остатки бензойной кислоты и гликоколя, тауринъ, соединяя остатки изетіоновой кислоты и амміака и т. д., какъ уже было сказано въ прошедшей лекціи. Нужно однако, замѣтить, что невниманіе къ этимъ синтезамъ происходило не столько отъ недостатка интереса въ приготовленіи этихъ тѣлъ, сколько отъ недостаточнаго знанія внутренняго строенія ихъ. Лишь только было удовлетворительно изслѣдовано строеніе вышеупомянутыхъ четырехъ соединеній, какъ они тотчасъ-же были получены искусственно Бертело, Фольгардомъ, Дессэнемъ, Штрекеромъ и Кольбомъ. Что случилось съ этими тѣлами, то, безъ сомнѣнія, будетъ и со многими другими сложными продуктами тканей, строе-

ніе которыхъ намъ до-сихъ-поръ еще не совершенно извѣстно.

58) Первая ступень процесса органическаго синтеза или составленіе первичныхъ частичекъ, состоящихъ изъ кислорода, углерода и водорода, считалась почти до послѣдняго времени предметомъ, лежащимъ внѣ искусства химика. Обыкновенно думали, что химія совершенно неспособна произвести нетолько организованныя, но даже и органическія тѣла. Для образованія такихъ тѣлъ считали абсолютно необходимымъ посредничество какого-нибудь живаго организма, участіе какой-то жизненной силы. Допуская, что составные атомы куска квасцовъ, напримѣръ, сдерживаются между собою только механическими и химическими силами, полагали, между-тѣмъ, что въ кускѣ сахара или жира эти атомы соединяются какимъ-то таинственнымъ образомъ жизненными силами. Въ то время, когда этотъ взглядъ былъ впервые высказанъ Берцеміусомъ, состояніе свѣдѣній было таково, что оно еще могло служить ему оправданіемъ; но съ-тѣхъ-поръ онъ оставался почти неизмѣннымъ въ теченіи долгихъ годовъ, и до-сихъ-поръ еще подтверждается нѣкоторыми новѣйшими руководствами съ догматизмомъ, стоящимъ въ полномъ противурѣчіи съ современнымъ положеніемъ свѣдѣній по этому предмету.

59) Великіе успѣхи, сдѣланные въ послѣднее время въ химическомъ синтезѣ, представляютъ, надѣюсь,

предметъ на столько интересный, что я буду вправѣ разсмотрѣть съ нѣкоторыми подробностями господствовавшія прежде мнѣнія, которыя очень хорошо изложены въ послѣднемъ изданіи «химическихъ писемъ» Либиха, переведенныхъ Дкт. Грегори; онъ пишетъ (въ 1851 году): — «Мы можемъ составить кристаллъ квасцовъ изъ его элементовъ, именно сѣры, кислорода, водорода, калія и алюминія, такъ какъ теплота и химическое сродство находятся, до извѣстныхъ предѣловъ, въ нашемъ распоряженіи и мы можемъ поэтому опредѣлить способъ распредѣленія простыхъ и сложныхъ элементовъ. Но мы не можемъ приготовить атома сахара изъ его элементовъ, потому что при соединеніи ихъ въ отличительную форму сахарнаго атома дѣйствуетъ жизненная сила, которая выходитъ за предѣлы нашей власти, между-тѣмъ какъ теплота, свѣтъ, тяжесть и т. д. подчинены ей до извѣстной степени. Мы можемъ приготовить атомы высшаго порядка, соединяя два, три, четыре и болѣе сложныхъ органическихъ атомовъ; мы можемъ разложить болѣе сложные атомы на менѣе сложные; мы можемъ добыть сахаръ изъ клѣтчатки или крахмала, а изъ сахара можемъ получить щавелевую, молочную, масляную, уксусную кислоты, альдегидъ, алкоголь, муравьиную кислоту и т. д., но мы не имѣемъ никакой возможности образовать какое-либо изъ этихъ тѣлъ прямымъ соединеніемъ ихъ элементовъ».

60) Я могъ-бы еще указать на пользующееся вполнѣ заслуженною извѣстностію сочиненіе Грегори, по-

слѣднее изданіе котораго вышло въ 1857, и на многія другія сочиненія, указывающія на общее преобладаніе этихъ мнѣній, но ограничусь только извлеченіемъ нѣкоторыхъ мѣстъ изъ самаго новѣйшаго изъ нашихъ учебниковъ химіи. Вы увидите, что въ этомъ сочиненіи, изданномъ года два тому назадъ, существенно повторяются положенія, высказанныя Либихомъ въ 1851, а прежними химиками за долго до того. «Органическая химія», говоритъ авторъ, «есть отдѣлъ науки, изучающій свойства и составъ органическихъ продуктовъ, или веществъ, образовавшихся въ растеніяхъ и животныхъ подъ вліяніемъ *жизни*.... *Продукты* или вещества, получающіяся искусственнымъ путемъ, гораздо многочисленнѣе нежели *эдукты* или ближайшія начала, изъ которыхъ, какъ полагаютъ, образуются органическія соединенія. Эти эдукты, которые, какъ показываетъ ихъ названіе, могутъ-быть получены въ неизмѣненномъ состояніи, составляютъ непосредственныя или *ближайшія* начала растительныхъ и животныхъ организмовъ... Нѣкоторыя тѣла, встрѣчающіяся въ растительныхъ организмахъ и разсматриваемыя какъ эдукты, могутъ получаться искусственнымъ путемъ, дѣйствуя минеральными веществами на органическія; но во всякомъ случаѣ для этого необходимо участіе какого-нибудь органическаго вещества или тѣла, принадлежащаго къ органическому царству... Главные источники синильной кислоты представляютъ нѣкоторые металлическіе ціаниды. Но эти соединенія имѣютъ органическое происхожденіе, это продукты дѣйствія органи-

ческихъ веществъ на неорганическія; поэтому образованіе синильной кислоты посредствомъ разложенія ихъ не представляетъ исключенія изъ выше приведеннаго правила. Съ этой точки зрѣнія искусственное образованіе мочевины изъ гидрата синеродно-кислаго аммiака есть просто превращеніе синеродной кислоты, (производной отъ какого-нибудь органическаго вещества) въ другое органическое соединеніе. Никакими до-сихъ-поръ извѣстными процессами нельзя приготовить камедь, крахмалъ или сахаръ изъ ихъ составныхъ элементовъ C, H, O, и образованіемъ алкоголя изъ смѣси сѣрной кислоты, маслороднаго газа и воды. Бертело доказалъ только, что углеводородъ органическаго происхожденія или получившійся изъ органическаго вещества, можетъ превратиться въ другой органическій продуктъ». И такъ, взгляды, поддерживавшіеся почти всѣми учеными только нѣсколько лѣтъ тому назадъ, заключались существенно въ томъ, что химикъ не можетъ приготовить органическаго вещества изъ минеральнаго: онъ можетъ превращать одно органическое вещество въ другое, родственное ему, органическое тѣло, напр. крахмалъ въ сахаръ, маслородный газъ въ алкоголь; онъ можетъ получать нѣкоторыя простыя органическія начала разложеніемъ болѣе сложныхъ частицъ, напр. спирейное масло изъ салицина, алкоголь изъ сахара и глицеринъ изъ жира, онъ можетъ даже образовать очень сложныя начала соединеніемъ двухъ или болѣе простыхъ частицъ, напр. гоултеровое масло соединеніемъ салициновой кислоты съ древес-

нымъ спиртомъ, жиръ соедиnеніемъ напр. стеариновой кислоты съ глицериномъ. Но этимъ и ограничивается его могущество; онъ можетъ самыми разнообразными способами смѣшивать остатки существующихъ уже органическихъ соединеній, но совершенно не въ состояніи образовать самый простѣйшій изъ нихъ путемъ элементарнаго синтеза.

61) Настоящія наши свѣдѣнія доказываютъ однако, что такія воззрѣнія не имѣютъ ни какого основанія. Уже сотни органическихъ соединеній составлены изъ своихъ составныхъ элементовъ, и, какъ я прежде замѣтилъ, нѣтъ никакой причины сомнѣваться въ возможности производить подобнымъ же образомъ какія-бы то ни было органическія начала. Искусственное образованіе мочевины изъ синеродно-кислаго аммiака Велеромъ въ 1828 г. и искусственное приготовленіе муравьиной кислоты изъ синильной Пелузомъ въ 1831 г. были въ сущности очень важными пріобрѣтеніями науки, хотя синеродъ и его соединенія извѣстны были въ то время только какъ продукты разложенія органическихъ тѣлъ; но въ 1845 году Кольбе приготовилъ уксусную кислоту изъ углерода рядомъ положительно неорганическихъ реакцій и этимъ положилъ основаніе новѣйшей синтетической химіи. На слѣдующей таблицѣ показаны послѣдовательныя ступени этого процесса.

Синтезъ уксусной кислоты.

CS_2 Сѣрнистый углеродъ.

CCl_4 Хлористый углеродъ.

C_2Cl_4 Четырехъ-хлорный этиленъ.

$C_2HCl_3O_2$ Трихлороуксусная кислота.

$C_2H_4O_2$ Уксусная кислота.

Сѣрнистый углеродъ CS_2 былъ полученъ сожиганіемъ угля въ сѣрныхъ парахъ; потомъ онъ былъ подвернутъ дѣйствію хлора при высокой температурѣ, причемъ сѣрнистый углеродъ превращается въ хлористую сѣру и хлористый углеродъ CCl_4. Пропуская послѣдній продуктъ чрезъ раскаленныя до красна трубки, превращаютъ его чрезъ выдѣленіе хлора, въ такъ называемый полутора-хлорный углеродъ $2\,CCl_4 = Cl_2 + C_2Cl_6$; и такъ же въ такъ называемый двухлорный углеродъ или четырехъ-хлорный этиленъ $C_2Cl_6 = Cl_2 + C_2Cl_4$. Изслѣдуя этотъ послѣдній, Кольбе замѣтилъ, что, подвергаясь дѣйствію хлора въ присутствіи воды, онъ разлагался на хлористо-водородную и трихлороуксусную кислоты;

Четырехъ-хлорный этиленъ.	Вода.	Хлоръ.	Хлористоводородная к.	Трихлороуксусная к.
C_2Cl_4	$+ 2\,H_2O$	$+ Cl_2$	$= 3\,HCl$	$+ C_2HCl_3O_2$.

Затѣмъ, подвергая трихлороуксусную кислоту дѣйствію образующагося водорода, онъ превратилъ ее послѣдовательно въ двухлороуксусную кислоту $C_2H_2Cl_2O_2$, хлороуксусную кислоту $C_2H_3ClO_2$ и наконецъ въ нормальную уксусную кислоту $C_2H_4O_2$. Заключая опи-

caніе этихъ замѣчательныхъ превращеній, Кольбе говоритъ съ замѣчательною проницательностью. «Изъ предъидущихъ наблюденій мы выводимъ то интересное заключеніе, что уксусная кислота, извѣстная до-сихъ-поръ только какъ продуктъ окисленія органическихъ веществъ, можетъ быть приготовлена почти прямымъ синтезомъ изъ своихъ элементовъ.... Если-бы мы могли превратить уксусную кислоту въ алкоголь, а этотъ послѣдній въ крахмалъ или сахаръ, то тогда можно было-бы составлять эти обыкновенныя растительныя начала, такъ называемымъ искусственнымъ методомъ, изъ ихъ самыхъ простѣйшихъ элементовъ.

62) Основываясь на этихъ результатахъ, Лоранъ въ своей «Methode de Chimie» 1853, и Гофманнъ въ лекціяхъ «объ органической химіи», прочитанныхъ въ томъ же году въ Королевскомъ Институтѣ, и послѣдній очень подробно, показали, какъ невозможно провести границу между углеродными соединеніями органическаго и минеральнаго происхожденія. Оба они ссылались на Кольба, приготовившаго изъ минеральныхъ элементовъ уксусную кислоту или уксусъ и указывали на нѣкоторыя очень сложныя тѣла, получаемыя изъ уксуса, какъ напр. мезидинъ $C_9 H_{13} N$ и нитромезидинъ $C_9 H_{12} N_2 O_2$. Нельзя однако не согласиться, что преимущественно трудамъ Бертело, безостановочно продолжающимся послѣдніе десять лѣтъ, синтетическая органическая химія обязана всеобщимъ признаніемъ и огромными успѣхами, сдѣланными въ ней недавно какъ самимъ Бертело, такъ и другими химиками, успѣхами, на которые я хочу обратить ваше особенное вниманіе.

Впрочемъ, прежде чѣмъ привести примѣры могущества органическаго синтеза въ искусственномъ образованіи животныхъ и растительныхъ продуктовъ изъ углерода, водорода и кислорода, я долженъ сдѣлать довольно длинное отступленіе. Я предполагаю во-первыхъ описать нѣкоторые элементарные опыты, имѣющіе связь съ образованіемъ и разложеніемъ окисловъ углерода и водорода, или угле-ангидрида CO_2 и воды H_2O; а потомъ разсмотрѣть, какое отношеніе имѣютъ эти опыты къ силамъ, управляющимъ животною и растительною жизнію, или другими словами, къ такъ называемымъ жизненнымъ силамъ.

63) Здѣсь у меня обыкновенной формы приборъ, въ которомъ добывается водородъ изъ цинка и разжиженный сѣрной кислотой и высушивается пропусканіемъ чрезъ купоросное масло. При горѣніи высушеннаго водорода подъ холоднымъ стекляннымъ колпакомъ, вы замѣчаете, что внутренняя поверхность колпака быстро покрывается сгустившимся паромъ или водою, образовавшеюся вслѣдствіе прямаго соединенія водорода съ кислородомъ воздуха. Я бы могъ показать вамъ нарочно приспособленнымъ для того опытомъ, что вѣсъ получавшейся такимъ образомъ воды совершенно равенъ вѣсу кислорода и водорода, уничтоженныхъ горѣніемъ. Но во время горѣнія га-

зовъ образуется не только вода, но и теплота; это можно сдѣлать очень замѣтнымъ на опытѣ. Чистый платиновый листокъ поддерживается въ раскаленномъ состояніи пламенемъ водорода. Я удаляю притокъ водорода на одну минуту или около того и, прежде нежели платина совершенно остынетъ, снова возстановляю его, причемъ платина снова раскаляется до слабой красноты и остается въ этомъ состояніи не воспламеняя газа. Водородъ и воздухъ, смѣшиваясь на поверхности листка, соединяются между собою, образуя воду, причемъ образуется количество теплоты, достаточное для поддержанія металла въ видимо раскаленномъ состояніи. Но откуда берется эта теплота?

64) Я беру теперь кусокъ угля и раскаляю его до́-красна въ пламени Бунзеновской горѣлки. Наливъ немного известковой воды въ банку съ кислородомъ, для того чтобы показать результаты дѣйствія, я опускаю въ нее раскаленный уголь, причемъ происходитъ соединеніе кислорода съ углемъ, обнаруживающееся яркимъ горѣніемъ. И такъ, въ этомъ опытѣ получается угле-ангидридъ или двукислый углеродъ, источникъ котораго очевиденъ; если взболтать оставшійся въ стклянкѣ газъ съ прозрачною известковою водою, налитою въ нее предварительно, то растворимый гидратъ окиси кальція, заключающійся въ этой водѣ, превращается въ нерастворимую углекислую известь или мѣлъ, осаждающую въ видѣ бѣлаго осадка.

Углеангидридъ.	Водная окись кальція.	Вода.	Мѣль.

$$CO_2 + \left\{ \begin{matrix} H_2 Cu'' O_2 \text{ или} \\ Cu O H_2 O \end{matrix} \right. = H_2 O + \left\{ \begin{matrix} C Cu'' O_3 \text{ или} \\ Cu O CO_2. \end{matrix} \right.$$

Если-бы вмѣсто поглощенія получившагося угле-ангидрида известковою водою, мы опредѣлили его вѣсъ, то нашли-бы, что онъ совершенно равенъ соединенному вѣсу сожженнаго углерода и кислорода, служившаго для его сожженія. Но кромѣ угле-ангидрида горѣніе въ изобиліи производило свѣтъ и теплоту; а аксіома, что изъ ничего, ничего не происходитъ также вѣрна относительно свѣта и теплоты, какъ и относительно воды и углеангидрида. Какъ происходитъ углеангидридъ понять не трудно, но гдѣ же источникъ свѣта и теплоты?

65) Разсмотрѣвъ образованіе окиси водорода, или воды и окиси углерода или углеангидрида, перейдемъ къ ихъ разложенію. Есть много способовъ, которыми можно видѣлить углеродъ и водородъ изъ ихъ соединеній съ кислородомъ, металлическій натрій представляетъ одинъ изъ наиболѣе удобныхъ матеріаловъ, для этой цѣли.

Если напримѣръ ввести подъ опрокинутую банку съ водою кусокъ металлическаго натрія, соединеннаго съ небольшимъ количествомъ ртути, чтобы реакція происходила не слишкомъ быстро, то происходитъ

правильное отдѣленіе водорода. Натрій соединяется съ кислородомъ воды, а водородъ освобождается; подобнымъ же образомъ можно освободить и углеродъ изъ углеангидрида, что я и постараюсь теперь показать вамъ. Углеангидридъ, полученный нами при горѣніи куска угля въ кислородѣ, былъ поглощенъ, если припомните, известковою водою, вслѣдствіе чего въ ней образовался мѣловой осадокъ, изъ котораго, дѣйствіемъ хлористоводородной кислоты, мы очень легко можемъ вновь получить углеангидридъ. Если я перелью смѣсь мѣла съ водою въ узкій цилиндръ, опрокину его въ ртутной ваннѣ и впущу въ него немного хлористо-водородной кислоты, то жидкость быстро закипитъ, мѣлъ исчезнетъ, а въ верхней части цилиндра соберется нѣкоторое количество газа, именно, углеангидрида, полученнаго нами прямымъ соединеніемъ угля съ кислородомъ.

Мѣлъ.	Хлористо-водородная кислота.	Хлористый калій.	Вода.	Углеангидридъ
$CaOCO_2$ +	$2HCl$ =	$CaCl_2$ +	H_2O +	CO_2.

Въ приготовленномъ мною опытѣ углеангидридъ получается точно также, именно дѣйствіемъ разжиженной хлористоводородной кислоты на мѣлъ или, лучше, мраморъ. Газъ, выдѣлившійся въ Вульфовой стклянкѣ, пропускается чрезъ куски пемзы, смоченные купоросным масломъ, для просушки, и проводится на дно обыкновенной флорентинской стклянки, въ ко-

торую впущенъ кусокъ чистаго металлическаго натрія. На дно стклянки я дѣйствую сильнымъ пламенемъ, чтобы нагрѣть содержащійся въ стклянкѣ натрій; какъ только начинается дѣйствіе, то натрій въ стклянкѣ раскаляется и затѣмъ сгараетъ съ яркимъ блескомъ, причемъ происходитъ обильное отдѣленіе бѣлыхъ паровъ. Натрій разложилъ углеангидридъ, соединился съ его кислородомъ, образовавши соду и освободилъ его углеродъ, оставшійся на днѣ стклянки въ видѣ черной массы.

66) Уголь, содержащійся въ этой стклянкѣ, получился слѣдовательно изъ углеангидрида, который въ свою очередь образуется, какъ я показывалъ вамъ, при горѣніи угля въ воздухѣ или кислородѣ. Дѣйствуя натріемъ на окись водорода, мы отдѣляемъ кислородъ и получаемъ водородъ, а дѣйствуя имъ на окись углерода, мы отдѣляемъ кислородъ и получаемъ углеродъ. Живое растеніе разлагаетъ также точно эти два соединенія, но постепенно мало-по-малу, чему и мы будемъ стараться подражать. Оно поглощаетъ окись водорода, или воду, и окись углерода или углеангидридъ, разкисляетъ оба соединенія въ большей или меньшей степени, отдаетъ атмосферѣ отдѣленный кислородъ и задерживаетъ въ себѣ соединенные углеродъ и водородъ съ извѣстною частью кислорода или безъ нея, въ видѣ растительной ткани или отдѣленія. Ткань или отдѣленіе, подверженныя дѣйствію краснокалильнаго жара, даютъ между другими продуктами свобод-

ный углеродъ, свободный водородъ и различныя соединенія углерода съ водородомъ. Кусокъ древеснаго угля напр., получился чрезъ постепенное разкисленіе углеангидрида живымъ растеніемъ точно такъ, какъ уголь въ нашей стклянкѣ [прямо получился разкисленіемъ углеангидрида металлическимъ натріемъ.

67) Мы познакомились такимъ образомъ съ самой важною областью растительной жизни, ея космическимъ отправленіемъ. Живое растеніе разлагаетъ углеангидридъ и воду, выдѣляетъ освобожденный кислородъ и удерживаетъ внутри своего организма соединенные углеродъ и водородъ, которые, становясь пищею животныхъ, снова разъединяются и окисляются ими въ углеангидридъ и воду. Теперь я желаю разсмотрѣть нѣсколько подробнѣе сущность этихъ дополняющихъ другъ друга дѣйствій въ отношеніи къ главнымъ законамъ динамики, или, какъ часто говорятъ, науки о силахъ. Я предполагалъ сначала только слегка коснуться этого предмета, и не рѣшился-бы, конечно, излагать его въ такой элементарной формѣ, если-бы я не узналъ недавно, что нѣкоторые законы механики, считаемые физиками столь же основными какъ законы тяготѣнія, не вполнѣ признаются медиками. Я не намѣренъ разсуждать о простѣйшихъ отправленіяхъ органической жизни, проявляемыхъ малѣйшими и простѣйшими организмами, даже если-бы это и входило въ кругъ моихъ занятій, такъ какъ это не привело-бы къ моей цѣли—противупоставить великія противудѣйствующія от-

правленія растеній и животныхъ, разложеніе углеангидрида и воды одними и произведеніе вновь тѣхъ же соединеній другими. Сознавая, что всякая фаза жизни заслуживаетъ наше вниманіе, я понимаю пользу, приносимую изученіемъ самыхъ элементарныхъ формъ ея. Но такое изученіе, я повторяю, не покажетъ намъ всего. Есть положенія высочайшей важности, которыя могутъ быть узнаны, только имѣя въ виду направленія, которымъ слѣдуютъ животная и растительная жизнь, только сравненіемъ наиболѣе развитыхъ формъ животной и растительной жизни въ ихъ общихъ чертахъ, а не въ мелочныхъ подробностяхъ. Въ слѣдующей лекціи мы разсмотримъ подробнѣе, въ чемъ состоитъ сущность силъ, проявляющихся въ отличительныхъ дѣйствіяхъ растительной и животной жизни; имѣемъ-ли мы дѣло съ какой-нибудь особенной, внутренней, жизненной силою, или только съ обыкновенными внѣшними силами природы, дѣйствующими тѣми же способами, какъ и въ неорганическомъ мірѣ. —

Лекція IV.

Внѣшнія отношенія растительныхъ и животныхъ процессовъ. — Сущность космическихъ силъ. — Превращеніе теплоты въ движеніе, а движенія въ теплоту. — Ихъ количественная эквивалентность. — Примѣры движенія, производимаго мышечной силой. — Превращеніе силы въ скрытую при механическомъ отдѣленіи другъ отъ друга притягивающихся тѣлъ. — Дѣйствующая сила и скрытая сила. — Химическое отдѣленіе притягивающихся тѣлъ. — Теорія электролиза. — Сила гальванической батареи происходитъ отъ окисленія цинка. — Внѣшнее проявленіе теплоты, происходящей отъ растворенія цинка, въ накаливаніи платиновой проволоки. — Та же самая теплота накопляется въ кислородѣ и водородѣ, полученныхъ электролизомъ. — Ея возстановленіе при взрывѣ смѣшанныхъ газовъ. — Солнечная теплота накопляется въ скрытомъ состояніи въ отдѣленномъ кислородѣ и растительной ткани. — Освобожденіе ея при сгараніи растительной ткани на воздухѣ. — Всякая земная сила происходитъ отъ солнца. — Накопленіе солнечной силы растительными организмами. — Растрата ея животными организмами. — Противоположныя, одно другому помогающія явленія. — Неосновательность гипотезы о жизненной силѣ. — Искуственное производство органическихъ соединеній. — Ступени созидающей или растительной и разрушающей, или животной дѣятельности. — При-

сутствіе одинаковыхъ посредствующихъ продуктовъ въ обоихъ царствахъ природы — Общіе способы синтетической химіи. — Переходъ отъ одной органической группы къ слѣдующей по сложности — Непрерывный рядъ синтетическихъ операцій. — Производство мочевины, муравьиной кислоты, синильной кислоты, триметиламина и хлороформа изъ минеральныхъ элементовъ. — Синтетическое производство дву-углеродныхъ соединеній: алкоголя, таурина, уксусной кислоты, гликоколя и щавелевой кислоты. — Синтезъ трехъ, четырехъ и пяти углеродныхъ соединеній: глицерина, молочной, масляной, янтарной, яблочной, винной и валеріяновой кислотъ и сиверинаго масла. — Сантезъ шести-углеродныхъ соединеній: капроновой кислоты, левцина и винограднаго сахара и семи-угольныхъ соединеній: масла горькихъ миндалей и кислотъ: бензойной, салициновой и чернильно-орѣшковой. — Возможность искуственнаго произведенія пищи.

68) Въ заключеніи предъидущей лекціи я настаивалъ на важности рассматривать явленія животной и растительной жизни въ ихъ отношеніи къ внѣшнимъ силамъ вселенной. Я замѣтилъ, что какъ ни достойно уваженія изученіе самыхъ мелкихъ и элементарныхъ формъ жизни, какъ ни далекъ я отъ мысли сколько-нибудь уменьшить его значеніе, однако есть нѣкоторыя великія истины, которыя могутъ быть дознаны только сравненіемъ, наиболѣе обособленнымъ, формъ жизни не въ мелочныхъ подробностяхъ, а въ ихъ широкихъ, общихъ чертахъ. Я сказалъ также, что главное космическое отправленіе вполнѣ развитой растительной жизни состоитъ въ раскисленіи, т. е. отдѣленіи кислорода отъ углерода и водорода, наоборотъ важнѣйшее

отправленіе вполнѣ развитой животной жизни составляетъ окисленіе, т. е. соединеніе кислорода съ углеродомъ и водородомъ, и мы согласились разсмотрѣть существенный характеръ этихъ двухъ соотвѣтствующихъ процессовъ. Я замѣтилъ далѣе, что я нахожусь въ необходимости изложить этотъ предметъ болѣе элементарно и съ бо́льшими подробностями, чѣмъ я предполагалъ въ началѣ, потому что нѣкоторые принципы, считаемые физиками столь же несомнѣнными, какъ законъ тяготѣнія, принимаются медиками неохотно и небезусловно.

69) Прежде всего намъ необходимо изслѣдовать сущность и значеніе раскисленія углекислоты и воды, происходящаго въ растительныхъ организмахъ, и указать источникъ силы, производящій это раскисленіе. Но прежде чѣмъ мы приступимъ къ разбору этого вопроса, я долженъ обратить ваше вниманіе на предметы, которые съ перваго взгляда могутъ показаться имѣющими весьма отдаленную связь съ химіей и физіологіей. Именно я имѣю въ виду нѣкоторыя общія замѣчанія о силѣ и о постоянствѣ количества ея во вселенной. Затѣмъ я постараюсь убѣдить васъ, что тѣ самыя силы, которыя дѣйствуютъ въ солнечныхъ системахъ, мірахъ, въ паровой машинѣ, мельницѣ, телеграфѣ и вообще въ неорганической природѣ, — что эти самыя силы дѣйствуютъ и въ органической: въ растеніяхъ и животныхъ. Изученіе законовъ сохраненія и соотношенія силъ можетъ объяснить намъ много-

гое, хотя далеко не все относящееся къ сущности жизни.

70) Начнемъ наше изслѣдованіе разборомъ соотношенія, существующаго между силами теплоты и движенія, ихъ взаимной эквивалентности и способности каждой изъ нихъ превращаться въ другую, лучшимъ примѣромъ чего можетъ служить намъ паровая машина; остроумная игрушка, носящая названіе элипиля Герона, можетъ также послужить для объясненія этого предмета. Когда разведенъ огонь подъ котломъ паровой машины, то нѣкоторое количество теплоты, происходящей въ печи, передается мало-по-малу водѣ, вслѣдствіе чего температура ея возвышается все болѣе и болѣе, пока она не достигнетъ извѣстной степени. Но когда температура воды достигла точки кипѣнія, то вода уже болѣе не нагрѣвается, не смотря на то, что теплота по-прежнему передается ей изъ печи; теперь вся теплота, получаемая водою, проявляется уже не въ формѣ теплоты, а въ формѣ движенія и паровая машина начинаетъ работать; то же самое происходитъ и въ элипилѣ; теплота горящаго спирта переходитъ въ воду, не производя въ теченіи нѣсколькихъ минутъ другаго дѣйствія, кромѣ повышенія температуры воды; когда же это повышеніе достигло извѣстной степени, то теплота, переходящая по-прежнему въ воду, перестаетъ повышать ея температуру, но вмѣсто того вызываетъ быстрое вращательное движеніе машинки. Такимъ образомъ мы за-

мѣчаемъ, что вообще развитіе движенія есть слѣдствіе поглощенія теплоты и на оборотъ мы сейчасъ же увидимъ, что остановка движенія постоянно сопровождается освобожденіемъ теплоты. Если мы, напримѣръ, употребляемъ силу пара на сверленіе куска металла, то вслѣдствіе тренія бурава движеніе машины ослабляется и при этомъ развивается нѣкоторое количество теплоты. Теплота печи, поглощенная кипящей водою, и неповышающая ея температуры, производитъ меньше движенія, чѣмъ прежде; но это уменьшеніе движенія дополняется образованіемъ соотвѣтственнаго количества теплоты въ другомъ мѣстѣ; разность въ количествахъ движенія, прежняго и теперешняго, является въ своей первоначальной формѣ — въ формѣ теплоты.

71) Когда пуля ударяется о желѣзную мишень, то ея движеніе внезапно останавливается и температура мгновенно повышается. То, что было движеніемъ, превратилось въ теплоту, и количество теплоты, распредѣленной между пулей и мишенью, совершенно пропорціонально прежней скорости пули или количеству остановленнаго движенія. Точно также и количество теплоты, происшедшей отъ тренія бурава о металлъ, совершенно пропорціонально уменьшенію движенія въ дѣйствующихъ частяхъ паровой машины. Слѣдовательно теплота не только способна превратиться въ движеніе, а движеніе въ теплоту, но это превращеніе совершается опредѣленнымъ образомъ, подлежащимъ

весьма точному измѣренію. Прилично устроенными опытами можно показать, что такое-то количество образовавшейся теплоты соотвѣтствуетъ такому-то количеству остановленнаго движенія и, на оборотъ, такое-то количество возникшаго движенія соотвѣтствуетъ такому-то количеству поглощенной теплоты. Доказано, напримѣръ, преимущественно Джоулемъ, что сила, которую имѣетъ тяжесть въ одинъ фунтъ, упавшая съ высоты 772 футовъ, совершенно равна тому количеству теплоты, которое теряетъ одинъ фунтъ воды, охлаждаясь на одинъ градусъ Фаренгейта; другими словами, что количество теплоты, образовавшееся вслѣдствіе остановки движенія одного фунта тяжести, упавшей съ высоты 772 футовъ, можетъ возвысить температуру одного фунта воды на 1 градусъ Ф., и обратно, количество теплоты, теряющейся при охлажденіи одного фунта воды на 1 градусъ Ф., можетъ поднять одинъ фунтъ тяжести на высоту 772 футовъ. Теплота и движеніе могутъ, слѣдовательно, всегда измѣняться одна въ другое по опредѣленному постоянному отношенію.

72) Теперь позвольте мнѣ обратить ваше вниманіе на нѣкоторые простые примѣры движенія, и прежде всего на движеніе какого-нибудь предмета, брошеннаго рукою человѣка. При видѣ, напр. быстраго движенія въ воздухѣ камня, мы тотчасъ понимаемъ, что это движеніе возникло не въ самомъ камнѣ, но сообщено ему какою-нибудь внѣшнею силой; намъ никогда не

придетъ въ голову приписать это движеніе дѣйствію какой нибудь особенной силы, свойственной камню; мы смотримъ на него какъ на результатъ дѣйствія мышечной силы человѣка, бросившаго камень. Мы знаемъ, что сила движенія камня совершенно пропорціональна количеству силы, употребленной на его бросаніе, и если камень ударитъ какой-нибудь предметъ, находящійся въ извѣстномъ разстояніи отъ человѣка, бросившаго камень, мы съ такимъ же правомъ приписываемъ этотъ ударъ самому человѣку, какъ еслибъ онъ непосредственно ударилъ этотъ предметъ своимъ кулакомъ. Разсмотримъ теперь случай, когда движеніе сообщается предмету посредствомъ какого-нибудь простаго орудія, напримѣръ обыкновеннаго лука. И здѣсь движеніе стрѣлы зависитъ не отъ какой-нибудь силы, раждающейся въ лукѣ, а отъ той же мышечной силы человѣка, натянувшаго тетиву лука; сила движенія стрѣлы, ограниченная только эластичностью лука, вполнѣ зависитъ отъ количества силы, употребленной стрѣлкомъ на натягиваніе лука.

73) Въ самострѣлѣ тетива натягивается сперва на крючекъ и движеніе сообщается стрѣлѣ спускомъ тетивы съ этого крючка; очевидно, что и въ этомъ случаѣ сила, сообщающая движеніе стрѣлѣ, возникаетъ не въ самострѣлѣ, а есть только измѣненіе мышечной силы, натянувшей тетиву. Если-бы натянутый самострѣлъ былъ оставленъ въ такомъ состояніи на недѣли, мѣсяцы, годы, и затѣмъ тетива его спущена, то и въ этомъ случаѣ сила, съ которою стрѣла будетъ

выброшена, будетъ та мышечная сила, которая дѣйствовала въ моментъ его натягиванія. Еслибъ напр., я сегодня натянулъ тетиву лука на крючекъ, а чрезъ 100 лѣтъ кто-нибудь спустилъ этотъ крючекъ, то сила выброшенной стрѣлы будетъ принадлежать не ему, а мнѣ; это будетъ сила, сегодня сообщенная мною луку, сохранившаяся въ немъ въ теченіи столѣтія, затѣмъ обнаруживающаяся въ формѣ движенія стрѣлы, и превращающаяся окончательно въ теплоту при прекращеніи полета стрѣлы.

74) Такъ точно сила, съ которою пушечное ядро, падающее съ вершины какой-нибудь башни, ударяется о землю, вполнѣ соотвѣтствуетъ силѣ, которая была употреблена на его поднятіе на вершину башни, т. е. на поднятіе пушечнаго ядра надъ поверхностью земли, сколько-бы лѣтъ ни прошло съ того времени. Такимъ образомъ мы можемъ сдѣлать мышечную силу скрытою на какое угодно время, какъ напр. въ натянутомъ лукѣ или поднятомъ ядрѣ. Дѣятельная сила моей руки превращается въ скрытую силу въ натянутомъ лукѣ, снова является какъ дѣятельная сила въ летящей стрѣлѣ и наконецъ не теряется, а разсѣевается въ формѣ теплоты. Я особенно прошу васъ обратить вниманіе на то, что дѣятельная механическая сила, обнаруживающаяся въ сближеніи двухъ отдѣленныхъ другъ отъ друга тѣлъ — падающаго ядра съ землею или спущенной тетивы съ лукомъ — есть не что иное, какъ освобожденіе скрытой силы, накопленной въ нихъ въ моментъ ихъ отдѣленія другъ отъ друга.

75) Перенесемъ теперь наше вниманіе на другаго рода отдѣленіе двухъ тѣлъ другъ отъ друга, именно на отдѣленіе химически-соединенныхъ кислорода и водорода. При помощи гальванической батареи можно легко отдѣлить изъ воды прежде соединенные въ ней кислородъ и водородъ и собрать каждый изъ нихъ въ отдѣльную стклянку. Въ чемъ же состоитъ сущность этого отдѣленія и какъ оно происходитъ. Возьмемъ какъ исходную точку одно звѣно изъ цѣпи дѣйствій участвующихъ въ этомъ процессѣ, именно разсмотримъ окисленіе цинка гальванической пары, такъ какъ во всѣхъ обыкновенныхъ батареяхъ источникомъ ихъ силы служитъ прямое или косвенное окисленіе цинка. Если пучекъ цинковыхъ стружекъ ввести въ пламя паяльной трубки, то металлъ время отъ времени загорается, горитъ съ большимъ блескомъ и превращается въ бѣлыя хлопья окиси цинка, которые разносятся по всей комнатѣ. Если зажженный цинкъ ввести въ сосудъ съ хлоромъ, то онъ продолжаетъ горѣть, даже съ большимъ блескомъ чѣмъ прежде, и отдѣляетъ обильное количество паровъ хлористаго цинка. Гораздо скорѣе можно получить хлористый цинкъ, растворяя металлъ въ хлористо-водородной кислотѣ; и въ этомъ случаѣ соединеніе цинка съ хлоромъ такъ же сопровождается отдѣленіемъ теплоты и, кромѣ того, выдѣленіемъ водорода, согласно слѣдующему уравненію.

Цинкъ.		Хлористо-водородная кислота.		Хлоридъ цинка.		Водородъ.
Zn''	$+$	$2\,HCl$	$=$	$Zn''\ Cl_2$	$+$	H_2.

76) Количество теплоты, освобождаемой соединеніемъ кислорода или хлора съ цинкомъ гораздо значительнѣе того количества, которое даетъ соединеніе тѣхъ же веществъ съ водородомъ. Поэтому, когда мы сожигаемъ цинкъ на счетъ хлора хлористо-водородной кислоты, какъ въ послѣднемъ случаѣ, то мы получаемъ въ сосудѣ такое количество свободной теплоты, которое равняется излишку всей теплоты, данной горѣніемъ цинка, надъ теплотою, поглощенною выдѣляющимся водородомъ (*). Отсюда, оставляя въ сторонѣ нѣкоторыя второстепенныя обстоятельства, мы видимъ, что количество теплоты, произведенной раствореніемъ даннаго количества цинка въ хлористо-водородной кислотѣ, вмѣстѣ съ тѣмъ количествомъ ея, которое дало-бы сожженіе выдѣлившагося водорода въ атмосферѣ хлора, будетъ совершенно равно количеству теплоты, освобожденной при сгораніи такого-же количества

(*) Принявъ за единицу теплоты количество ея, необходимое для повышенія температуры одного килограмма воды на 1°Ц., т. е. отъ 0°Ц. до 1°Ц., мы найдемъ, что 65 граммовъ цинка (Zn'') въ соединеніи съ дважды 35,5 грамма хлора (Cl_2) для образованія 136 грам. хлористаго цинка ($Zn''Cl_2$), освобождаютъ 101,31 един. теплоты; тогда какъ 2 грам. водорода (H_2) въ соединеніи съ дважды 35,5 хлора (Cl_2) для образованія 73 грам. хлористо-водородной кислоты (2HCl), дадутъ только 47,56 един. теплоты. Слѣд., при разложеніи 73 грам. хлористо-водородной кислоты 65 граммами цинка, согласно уравненію $Zn'' +_2 HCl = Zn\ Cl_2 + H_2$, мы должны получить 101, 31—47, 56=53,75 един. свободной теплоты, составляющей первичную силу батареи.

цинка прямо въ хлорномъ газѣ, какъ въ первомъ опытѣ. Поэтому, при растворенiи цинка въ хлористо-водородной или сѣрной кислотѣ, извѣстное количество теплоты становится свободной. Напряженiе этого количества теплоты не велико, потому что оно распредѣлено въ значительной массѣ вещества, наполняющаго сосудъ; но количество ея весьма значительно и составляетъ въ сущности всю динамическую силу гальванической батареи, которою мы можемъ располагать.

77) Когда цинковая и платиновая пластинки свободно соединены, то теплота, происходящая отъ растворенiя цинка, обнаруживается только возвышенiемъ температуры содержимою гальванической пары; точно такъ какъ и при простомъ растворенiи зерненнаго цинка въ хлористо-водородной кислотѣ. Но батарея есть аппаратъ, дѣлающiй возможнымъ примѣнять и видоизмѣнять различнымъ образомъ теплоту, происходящую при соединенiи цинка. Если напр. соединить платиновую и цинковую пластинки, посредствомъ платиновой проволоки, то эта проволока сильно накаливается. Теплота, обнаруживаемая накаливанiемъ проволоки, есть не что другое какъ теплота цинка, окисляющагося въ гальванической парѣ; только она обнаруживается не въ мѣстѣ ея возникновенiя, а на извѣстномъ разстоянiи отъ него, точно такъ какъ въ прежнемъ примѣрѣ въ паровою машиной часть теплоты, поглощаемой испаряющеюся водою, обнаруживалась на извѣстномъ разстоянiи, въ мѣстѣ тренiя бу-

рава. Теплота, проявляющаяся въ платиновой проволокѣ, возникаетъ не въ ней, а въ гальванической парѣ, и все то количество теплоты, которое является въ проволокѣ, потеряно для пары. Подобно тому какъ сокращающiйся мускулъ наноситъ ударъ на далекомъ разстоянiи посредствомъ тѣла, приведеннаго имъ въ движенiе, такъ и окисляющiйся цинкъ сообщаетъ свой ударъ тому мѣсту, съ которымъ онъ соединенъ проводникомъ.

78) Въ электро-двигательныхъ машинахъ теплота, происходящая отъ горѣнiя цинка, употребляется для произведенiя механической работы, также точно какъ употребляется, только съ гораздо большей экономiей, теплота горящаго угля въ паровой машинѣ. При электрическомъ разложенiи воды, теплота, производимая горѣнiемъ цинка, употребляется для произведенiя химической работы, именно для отдѣленiя другъ отъ друга кислорода и водорода. Изо всего количества теплоты, производимой горѣнiемъ даннаго количества цинка, то количество ея, которое обнаруживается внѣшнимъ образомъ—накаливанiемъ платиновой проволоки или отдѣленiемъ кислорода отъ водорода, служитъ дополненiемъ къ количеству теплоты, идущей на нагрѣванiе самой пары; такъ что какъ при электрическомъ разложенiи воды, такъ и при нагрѣванiи платиновой проволоки, чѣмъ больше производится внѣшняго дѣйствiя, тѣмъ меньше развивается теплоты внутри самой батареи. Часть теплоты горящаго цин-

ка, употребленная на электрическое разложеніе воды, и не обнаруживающаяся въ самой батареѣ содержится въ скрытомъ состояніи въ отдѣленныхъ другъ отъ друга кислородѣ и водородѣ. Что эта теплота не потеряна въ этомъ легко убѣдиться; стоитъ только смѣшать полученные при электролизѣ газы и зажечь ихъ; ихъ соединеніе сопровождается сильнымъ развитіемъ свѣта и теплоты, этотъ свѣтъ и эта теплота не что иное, какъ свѣтъ и теплота горѣвшаго цинка, не обнаружившіеся въ гальванической батареѣ и содержавшіеся нѣкоторое время въ отдѣленныхъ другъ отъ друга кислородѣ и водородѣ, въ видѣ скрытой силы.

Соединяются-ли эти газы скоро послѣ ихъ отдѣленія другъ отъ друга или чрезъ сотню лѣтъ — совершенно все равно, теплота и свѣтъ, которые произойдутъ при взрывѣ смѣшанныхъ газовъ, будутъ все-таки теплотою и свѣтомъ, происшедшими отъ горѣнія цинка и сообщенными газамъ въ моментъ ихъ электрическаго отдѣленія другъ отъ друга. Въ прошлой лекціи я говорилъ объ образованіи воды при горѣніи водорода въ кислородѣ воздуха и обращалъ ваше вниманіе преимущественно на теплоту, происходящую при этомъ соединеніи. Эта теплота не родилась въ кислородѣ и водородѣ, но есть только освобожденіе той теплоты, которая прямо или косвенно, въ то или другое время, была употреблена на отдѣленіе ихъ другъ отъ друга и оставалась въ нихъ скрытою до-тѣхъ-поръ, пока они находились въ отдѣльномъ состояніи,

точно такъ какъ сила натянутаго самострѣла не возникла въ немъ, а есть только скрытая мышечная сила, сообщенная ему въ моментъ его натягиванія. Точно также и при сгораніи углерода въ кислородѣ въ углекислоту нѣтъ никакого образованія теплоты, а только освобожденіе теплоты, предварительно скопленной въ двухъ отдѣленныхъ элементахъ.

79) Теперь мы наконецъ въ такомъ положеніи, что можемъ понять сущность процессовъ, совершающихся въ растительномъ царствѣ,—процессовъ, посредствомъ которыхъ разлагается углекислота и вода; можемъ говорить о томъ, какая внѣшняя сила отдѣляетъ кислородъ отъ водорода и углерода, и что́ дѣлается съ этой силой. Эта сила есть не что иное, какъ свѣтъ и теплота, исходящіе отъ солнца; она становится скрытой съ одной стороны въ кислородѣ воздуха, съ другой въ углеводородахъ растительныхъ тканей или отдѣленій и можетъ вновь обнаруживаться при ихъ возсоединеніи или горѣніи. Солнечные лучи, падая, напримѣръ, на листья свекловицы или сахарнаго тростника, разлагаютъ углекислоту на кислородъ и сахаръ, такъ:

Угле-ангидридъ.		Вода.		Сахаръ.	Кислородъ.
$12 CO_2$	+	$11 H_2O$	=	$C_{12}(H_{12}On)$	$+ O_{24}$

Но теплота и свѣтъ солнца, поглощенные при этомъ отдѣленіи кислорода отъ углерода, изъ которыхъ одинъ

разсѣвается въ атмосферѣ, а другой удерживается въ растительныхъ сокахъ, не потеряны; они только сдѣлались скрытыми въ кислородѣ съ одной и углеводородѣ растительныхъ тканей или отдѣленій съ другой стороны. Если смѣшать сахаръ съ хлорновато-кислымъ кали, въ которомъ, такъ сказать, скопленъ кислородъ воздуха, и опустить въ эту смѣсь каплю сѣрной кислоты—такъ сказать спустить крючекъ у самострѣла, то происходитъ сильный взрывъ, при которомъ свѣтъ и теплота солнца, накопленные въ раздѣленныхъ сахарѣ и кислородѣ, вновь обнаруживаются вслѣдствіе соединенія этихъ двухъ тѣлъ, производящаго вновь углекислоту. Свѣтъ и теплота, освобождающіеся при этомъ горѣніи равно какъ и при всякомъ другомъ, суть не что иное, какъ свѣтъ и теплота солнца, которые были поглощены живымъ растеніемъ и находились въ скрытомъ состояніи съ одной стороны въ тканяхъ растенія, а съ другой въ кислородѣ воздуха. Исключенія отсюда не составляетъ и теплота, выдѣляемая при прямомъ или косвенномъ горѣніи цинка; и эта теплота есть та же солнечная теплота, накопленная въ металлѣ въ моментъ его раскисленія помощію каменнаго или древеснаго угля, въ которыхъ солнечная сила была непосредственно задержана.

80) Изъ сказаннаго видно, что растительный организмъ есть машина, поглощающая солнечную силу для отдѣленія водорода и углерода отъ кислорода. Свѣтъ и теплота, исходящіе отъ солнца, становятся скрытыми въ отдѣленныхъ другъ отъ друга кислородѣ и угле-водородѣ, подобно тому какъ мышечная сила человѣка дѣлается скрытою въ натянутомъ лукѣ. Когда отдѣленный угле-водородъ, въ формѣ какого-нибудь растительнаго продукта, вновь соединяется съ кислородомъ, какъ напримѣръ, при горѣніи угля или дерева, или разрушеніи хлѣба, масла, вина въ животномъ организмѣ, то теплота, освобождаемая въ этихъ случаяхъ, есть не что иное, какъ теплота солнца, которая была накоплена съ одной стороны въ угле-водородѣ, съ другой въ кислородѣ. Напротивъ, животный организмъ есть машина, въ которой сила солнца освобождается посредствомъ возсоединенія кислорода и угле-водорода, въ моментъ отдѣленія которыхъ она была поглощена и сдѣлалась въ нихъ скрытою. На растеніе мы можемъ смотрѣть какъ на копителя, а на животное какъ на расточителя солнечной силы. Но, подобно тому, какъ скупецъ не есть производитель золота, а мотъ не разрушитель его, такъ и растеніе не есть производитель силы, а животное не есть ея разрушитель.

Всѣ данныя современной науки указываютъ на то, что сила, какъ и вещество, неразрушима; сила можетъ быть накоплена, но не создана, потреблена, но не уничтожена. Всякаго рода сила, дѣятельная или скрытая, существующая на землѣ въ данный моментъ, есть только сумма силъ, полученныхъ ею отъ солнца за вычетомъ того количества, которое отдано ею въ міровое пространство.

81) До-сихъ-поръ, противопоставляя отправленія животной отправленіямъ растительной жизни, я имѣлъ въ виду только ихъ общія черты, смотрѣлъ на жизнь каждаго изъ представителей двухъ царствъ органической природы какъ на цѣлое. Болѣе подробныя изслѣдованія показываютъ, однако, что процессы окисленія и раскисленія—общіе обоимъ царствамъ природы. Прозябаніе, напримѣръ, сѣмени и созрѣваніе плодовъ составляютъ въ строгомъ смыслѣ процессы окисленія или животные процессы, тогда какъ превращеніе въ животныхъ организмахъ крахмала и сахара въ жиръ суть въ строгомъ смыслѣ процессы раскисленія, или растительные процессы. При всѣхъ, повидимому, чисто питательныхъ процессахъ какъ растительной такъ и животной жизни, происходитъ поглощеніе силы, становящейся скрытою и слѣдовательно существуетъ и необходимость въ полученіи ея извнѣ. Въ высоко развитой растительной жизни эта сила получается прямо отъ солнца. Въ высоко-развитой животной жизни она получается освобожденіемъ внутри тѣла солнечной силы, находящейся въ скрытомъ состояніи съ одной стороны въ пищѣ, которую мы потребляемъ, а съ другой въ воздухѣ, которымъ мы дышимъ. Но тогда какъ питаніе, или накопленіе силы, составляетъ главную дѣятельность растительной жизни, въ животномъ оно занимаетъ совершенно второстепенное мѣсто, потому что главная черта животной жизни есть дѣятельность, потребленіе силы на произведеніе внѣшнихъ дѣйствій. Отсюда видно, что хотя процессы раскисленія и окисленія, или созидающіе и разрушающіе, встрѣчаются рядомъ и въ растительной и въ животной жизни, тѣмъ не менѣе въ растительной жизни преобладаютъ первые, а въ животной—вторые. Сокращеніе, напримѣръ, человѣческаго мускула вполнѣ зависитъ отъ окисленія или разрушенія мышечнаго вещества, и количество произведеннаго движенія отъ количества разрушеннаго мускула.

82) Такимъ образомъ мы видимъ, что всѣ дѣйствія животнаго организма зависятъ отъ космическихъ силъ, что ни въ живомъ, ни въ мертвомъ веществѣ сила не возникаетъ; что, слѣдовательно, объясненіе жизненныхъ явленій посредствомъ жизненной силы вовсе ничего не объясняетъ. Употребляя слово сила въ смыслѣ извѣстныхъ состояній дѣятельной или скрытой энергіи, могущихъ передаваться отъ одного тѣла къ другому и проявляться въ различныхъ формахъ, я могъ-бы даже спросить, правильно-ли выраженіе — химическая сила, не смотря на то, что смыслъ его совершенно опредѣленъ и понятенъ. Подъ выраженіемъ, напримѣръ, химическая сила такого-то количества кислорода и водорода, мы разумѣемъ скрытую силу, накопленную въ этихъ газахъ въ моментъ ихъ отдѣленія и обнаруживаемую въ моментъ ихъ возсоединенія. Подобнымъ образомъ мы могли-бы, можетъ-быть, употребить выраженіе жизненная сила въ примѣненіи къ скрытой силѣ такого-то количества мышечнаго вещества или жира, обнаруживающейся при окисленіи въ

формѣ теплоты или движенія. Но я никогда не былъ въ состояніи дать себѣ отчетъ въ томъ, что разумѣютъ физіологи подъ жизненной силой. На сколько я могу понимать, это есть какая-то внутренняя, непереносимая, неизмѣримая, сама себя производящая сила, управляющая актами питанія по своей безусловной волѣ и желанію. Точно какъ-будто факты недостаточно очевидно показываютъ, что ростъ растенія и развитіе яйца не могутъ происходить безъ прямаго, а развитіе животнаго организма безъ косвеннаго снабженія внѣшнею силою. Говоря о прогрессѣ естественныхъ наукъ, Милль очень дѣльно замѣтилъ, что долгое время «вымыслы воображенія считались средствами для объясненія самыхъ загадочныхъ явленій; въ особенности въ физіологіи таинственныя силы и начала, подъ множествомъ различныхъ названій, служили объясненіемъ или замѣной объясненія явленій органической жизни».

83) Видя громадное количество и разнообразіе животныхъ и растительныхъ соединеній, происходящихъ изъ углекислоты, воды и амміака, не дѣйствіемъ какой-нибудь особенной жизненной силы, а просто силою солнечнаго свѣта и теплоты, дѣйствующихъ при посредствѣ механизма органическихъ существъ, невольно возникаетъ вопросъ: не можетъ-ли и химикъ въ своей лабораторіи производить подобныя соединенія раскисленныхъ воды и углекислоты или прямо, употребляя для этого солнечную силу, или косвенно, съ помощью земныхъ видоизмѣненій этой силы, которыхъ такъ

много въ его распоряженіи. Этотъ вопросъ, рѣшавшійся безусловно отрицательно, пока господствовала вѣра въ жизненную силу, получилъ въ послѣднее время цѣлый рядъ блестящихъ утвердительныхъ отвѣтовъ. Уже сотни растительныхъ соединеній, производимыхъ до-сихъ-поръ только живыми организмами и считавшихся исключительнымъ дѣломъ жизненной силы, приготовлены химиками изъ углекислоты, воды и амміака, или, другими словами, изъ углерода, водорода, кислорода и азота. Если остается еще очень много соединеній, которые не могли быть такимъ образомъ приготовлены, то это слѣдуетъ приписать недостатку нашихъ знаній, но никакъ не невозможности ихъ сдѣлать. Чѣмъ болѣе увеличивается наше знакомство съ составомъ тѣлъ и съ синтетическими процессами, тѣмъ болѣе и болѣе ясною становится творческая сила химіи.

84) Прежде чѣмъ я приведу вамъ примѣры искусственнаго производства органическихъ соединеній, я сдѣлаю нѣсколько замѣчаній о порядкѣ ихъ естественнаго образованія. Въ настоящее время мы еще не обладаемъ возможностію прослѣдить рядъ измѣненій, претерпѣваемыхъ углекислотою и водою при образованіи напр. винной кислоты, сахара и жира, или другихъ сложныхъ растительныхъ продуктовъ. Вѣроятно однако, что процессы, посредствомъ которыхъ происходятъ, такія тѣла, состоятъ не въ одновременномъ раскисленіи нѣсколькихъ атомовъ углекислоты въ одну сложную частицу, какъ это показано въ уравненіи, упо-

требленномъ мною въ прошлой лекціи для объясненія образованія маннита.

Угле-ангидридъ.	Вода.	Кислородъ.	Маннитъ.
$_6CO_2$	$+ {}_7H_2O =$	$13O$	$+ C_6H_{14}O_6$;

но въ томъ, что вслѣдствіе присоединенія раскисленной углекислоты къ уже прежде образовавшимся соединеніямъ, происходитъ послѣдовательно цѣлый рядъ болѣе и болѣе сложныхъ, менѣе и менѣе окисленныхъ посредствующихъ тѣлъ. Мы можемъ напримѣръ допустить, что маннитъ образуется слѣдующимъ образомъ. Вслѣдствіе одновременнаго раскисленія и потери воды два атома углекислоты превращаются первоначально въ щавелевую кислоту:

2 углекислоты — щавелевая кислота.

$$C_2\ H_4\ O_6 - (H_2\ O + O) = C_2\ H_2\ O_4.$$

Послѣ дальнѣйшаго раскисленія щавелевой кислоты и углекислоты получается винная кислота:

1 Щав. кислоты	C_2	H_2	O_4
2 Углекислоты	C_2	H_4	O_6
	C_4	H_6	O_{10}
Кислорода		—	O_4
Винная кислота	C_4	H_6	O_6.

Наконецъ, совмѣстнымъ раскисленіемъ винной кислоты, углекислоты и воды получается маннитъ:

1 Винной кислоты	C_4	H_6	O_6
2 Углекислоты	C_2	H_4	O_6
2 Воды	—	H_4	O_2
	C_6	H_{14}	O_{14}
8 Кислорода	—	—	O_8
Маннитъ	C_6	H_{14}	O_6

Что дѣйствительно происходитъ этотъ рядъ дѣйствій, это не доказано, но что нѣкоторыя изъ этихъ дѣйствій имѣютъ мѣсто, это въ высшей степени вѣроятно по многимъ соображеніямъ. Такъ напр. при последовательномъ развитіи и созрѣваніи оливки, мы находимъ, что извѣстныя растительныя кислоты замѣняются маннитомъ, который, въ позднѣйшемъ періодѣ, въ свою очередь уступаетъ мѣсто менѣе окисленному и болѣе сложному олеину (De Luca).

Кромѣ того извѣстно, что соединенія, образовавшіяся въ одномъ органѣ растенія, передаются въ болѣе или менѣе измѣненномъ видѣ другимъ органамъ, въ которыхъ онѣ накопляются; не вѣроятно такъ же, что нѣкоторые растительные продукты раскисленія углекислоты и воды быть-можетъ снова подвергаются частному окисленію или даже нѣсколькимъ послѣдовательнымъ окисленіямъ и раскисленіямъ въ теченіи

исторіи ихъ образованія. Хотя у животныхъ окончательный процессъ состоитъ въ окисленіи, однако мы знаемъ, что въ нѣкоторыхъ ближайшихъ началахъ пищи, однѣ изъ ихъ составныхъ частей окисляются на счетъ остальныхъ, которыя такимъ образомъ раскисляются; очень возможно, что нѣкоторые животные продукты претерпѣваютъ полное раскисленіе или даже послѣдовательныя окисленія и раскисленія прежде-чѣмъ будутъ выведены изъ тѣла. Весьма многое изо всего этого подлежитъ еще изученію, но тѣмъ не менѣе общее положеніе, говорящее, что растенія производятъ одновременное раскисленіе и соединеніе углеродныхъ частицъ, а животныя, на оборотъ, одновременное окисленіе и раздѣленіе ихъ, можетъ считаться совершенно установленнымъ. Во многихъ случаяхъ также представители извѣстныхъ періодовъ созиданія и разрушенія въ растительной и животной жизни весьма схожи и даже тожественны между собою. Щавелевая кислота, напримѣръ, напростѣйшій продуктъ растительнаго синтеза и чистая составная часть какъ высшихъ, такъ и низшихъ растительныхъ организмовъ, можетъ быть образована, какъ мы видѣли, раскисленіемъ углекислоты; но она также является въ изобиліи въ животныхъ сокахъ и отдѣленіяхъ не какъ продуктъ раскисленія углекислоты, а какъ послѣдняя, посредствующая ступень въ окисленіи или обратномъ метаморфозѣ болѣе сложныхъ тѣлъ въ углекислоту. Такимъ же образомъ и щавелевая кислота, находящаяся въ торговлѣ, получается изъ сахара посредствомъ окисленія, которое,

если-бы было продолжено слишкомъ долго, дало-бы почти одну углекислоту. Бензойная кислота, весьма распространенная въ растительномъ царствѣ какъ продуктъ раскисленія, есть также постоянный результатъ естественнаго и искусственнаго окисленія животныхъ тканей. Искусствомъ производить такія тѣла какъ бензойная или щавелевая кислота изъ болѣе сложныхъ тѣлъ, напримѣръ, бѣлковины или сахара посредствомъ искусственныхъ процессовъ окисленія, болѣе или менѣе похожихъ на естественные процессы, совершающіеся въ животномъ тѣлѣ, химики владѣютъ уже съ давнихъ поръ. Теперь же я предполагаю познакомить васъ и съ противоположнымъ этому искусствомъ химиковъ, о которомъ я часто упоминалъ, — съ искусствомъ производить и животныя и растительныя соединенія посредствомъ раскисленія, т. е. посредствомъ синтетическихъ или растительныхъ процессовъ; другими словами—съ искусствомъ производить органическія соединенія безъ всякаго посредства живыхъ организмовъ, или пресловутой жизненной силы.

86) Сначала я укажу вамъ на общіе способы, употребляемые химиками для перехода отъ одной группы, менѣе сложной, къ другой, болѣе сложной; затѣмъ—особенные способы, посредствомъ которыхъ получены нѣкоторыя отдѣльныя вещества, дѣлая мимоходомъ замѣчанія о свойствахъ и взаимныхъ отношеніяхъ нѣкоторыхъ изъ этихъ веществъ. Прежде всего позвольте мнѣ припомнить вамъ эти два сродственные ряда гомологическихъ жирныхъ кислотъ и алкоголей.

Алкоголи.	Кислоты.
$C H_4 O$ Метиловый	$C H_2 O_2$ Муравьиная
$C_2 H_6 O$ Этиловый	$C_2 H_4 O_2$ Уксусная
$C_3 H_8 O$ Протиловый	$C_3 H_6 O_2$ Пропіоновая
$C_4 H_{10} O$ Бутиловый	$C_4 H_8 O_2$ Масляная
$C_5 H_{12} O$ Амиловый	$C_5 H_{10} O_2$ Валеріановая
$C_6 H_{14} O$ Капроновый	$C_6 H_{12} O_2$ Капроновая
$C_7 H_{16} O$ Эйнантиловый	$C_7 H_{14} O_2$ Эйнантиловая
$C_8 H_{18} O$ Каприловый	$C_8 H_{16} O_2$ Каприловая

Помощію различныхъ способовъ, химики уже давно могутъ присоединить къ тому или другому алкоголю еще одинъ атомъ углерода, причемъ получается кислота, соотвѣтствующая слѣдующему за этимъ алкоголю. Такъ, посредствомъ синильной кислоты, CHN, или угле-ангидрида, CO_2, или хлористаго карбонила $COCl_2$ мы можемъ превратить метиловый алкоголь въ пропіоновую кислоту, пропиловый алкоголь въ масляную и т. д. Но до весьма недавняго времени мы не могли переходить отъ уксусной кислоты къ пропіоновой или отъ пропіоновой къ масляной, т. е. мы могли получить масляную кислоту $C_4 H_8 O_2$ отъ извѣстныхъ членовъ 3—углеродной группы, но не могли ее получить отъ тѣхъ членовъ, которые мы сами произвели изъ 2—углеродной группы; такимъ же образомъ мы могли получить пропіоновую кислоту отъ извѣстныхъ членовъ 2—углеродной группы, но не изъ тѣхъ, которые мы могли приготовить изъ 1—углеродной группы. Неполнота ряда

синтетическихъ операцій, посредствомъ которыхъ мы могли-бы переходить не только отъ одной группы къ слѣдующей, но и къ слѣдующей черезъ одну зависѣла отъ нашего незнанія метаморфическихъ соотношеній, существующихъ между кислотою и соотвѣтствующимъ алкоголемъ. Такъ какъ пластическій членъ группы есть алкоголь, а не кислота, то мы могли превратить 1—углеродный алкоголь въ 2—углеродную кислоту, 2—углеродный алкоголь въ 3—углеродную кислоту и т. д., но какъ мы не могли превратить 2—углеродную кислоту въ 2—углеродный алкоголь, то и не могли ни какими средствами перейти отъ 1—углеродной группы къ 3—углеродной. Только весьма недавно это затрудненіе преодолѣно изысканіями Вурца и Мендіуса, которые научили насъ превращать кислоту въ соотвѣтственный ей алкоголь, вслѣдствіе чего непрерывный рядъ синтетическихъ процессовъ можетъ быть проведено такъ далеко какъ намъ угодно. Не входя въ чисто химическія подробности, я скажу только, что процессъ Вурца состоялъ въ превращеніи альдегида кислоты въ нормальную форму алкоголя, тогда какъ способъ Мендіуса въ превращеніи нитрила кислоты въ амміачную форму алкоголя посредствомъ освобождающагося водорода, какъ показано ниже относительно этилеваго алкоголя:

Ацето-нитрилъ — Этилатинъ

$$C_2 H_3 N + H_4 = C_2 H_7 N \text{ или } C_2 H_5 H_2 N$$

Ацеталь-дегидъ			Этиловый алкоголь
C_2H_4O	+	H_2 =	C_2H_6O или C_2H_5HO
—		—	Хлористый этилъ
			C_2H_5Cl или C_2H_5Cl.

Аминъ легко превращается въ гидратъ, а гидратъ въ хлоридъ, бромидъ или іодидъ; послѣднія тѣла или ихъ металлическія производныя, какъ напр, этиловый натрій, C_2H_5NaO, или натрій этилъ, C_2H_5Na, суть тѣ формы алкоголя, которыя наиболѣе употребительны въ нынѣшнихъ синтетическихъ операціяхъ.

87) Хотя и до открытія Вурцомъ и Мендіусомъ способовъ переходить отъ кислоты къ ея алкоголю посредствомъ прибавки водорода было произведено много важныхъ синтезовъ, но не былъ возможенъ послѣдовательный рядъ ихъ. Прежде извѣстные пріемы позволяли намъ только переходить отъ нѣкоторыхъ подвижныхъ членовъ одной группы къ извѣстнымъ неподвижнымъ членамъ слѣдующей, но далѣе вести насъ они не могли. Въ настоящее же время, благодаря возможности превратить неподвижную кислоту въ подвижный алкоголь, мы можемъ производить по-видимому неограниченный рядъ синтетическихъ операцій. Такъ, принимая CO за переносимую часть угле-ангидрида CO_2, хлористаго карбонила, $COCl_2$, и водной синильной кислоты, $CHNH_2O$, мы имѣемъ слѣдующій рядъ опе-

рацій, ведущихъ къ образованію жирныхъ кислотъ и алкоголей, болѣе и болѣе сложныхъ, изъ которыхъ каждая и каждый способны дать десятки сродныхъ соединеній, а эти въ свою очередь могутъ соединяться между собою, какъ объяснено во второй лекціи, образуя все болѣе сложныя полимерныя тѣла:

1 Углер.	Метиловый алкоголь	CH_4O + CO =	Уксусн. кислота C_2H_4O
2 Углер.	Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$ + H_4 =	H_2O + Этиловый C_2H_6O
2 Углер.	Этиловый алкоголь	C_2H_6O + CO =	Пропиловая $C_3H_6O_2$
3 Углер.	Пропіоновая кислота	$C_3H_6O_2$ + H_4 =	H_2O + Пропиловый C_3H_8O
3 Углер.	Пропиловый алкоголь	C_3H_8O + CO =	Масляная $C_4H_8O_2$
4 Углер.	Масляная кислота	$C_4H_8O_2$ и проч. и проч.	

Исходя отъ 1—углероднаго или метиловаго алкоголя, мы можемъ превратить его хорошо извѣстными способами въ 2—углеродную или уксусную кислоту. Но для того, чтобы начать операціи съ 2—углеродной кислоты, мы должны сперва превратить ее, чему мы весьма недавно выучились, въ 2—углеродный алкоголь, такъ какъ алкоголь, въ той или другой формѣ, служитъ, такъ ска-

зать, исходной точкой синтеза. Далѣе, присоединяя раскисленный угле-ангидридъ къ 2—углеродному алкоголю, мы превратимъ его въ 3—углеродную или пропіоновую кислоту. Дѣйствуя на пропіоновую кислоту раскисленною водою, мы превратимъ ее въ 3—углеродный или протиловый алкоголь, къ которому мы снова присоединимъ раскисленный угле-ангидридъ и превратимъ его въ 4—углеродную или масляную кислоту и т. д., дѣйствуя попеременно раскисляющими способами съ помощью окиси углерода и водорода.

88) Разсмотримъ теперь въ краткихъ чертахъ нѣкоторыя изъ наиболѣе интересныхъ органическихъ или углеродныхъ соединеній, искусственно произведенныхъ при помощи элементарнаго синтеза. Изъ одно-углеродныхъ соединеній на первомъ планѣ стоитъ углекислота $CH_2 O_3$, самый важный продуктъ животнаго окисленія и предметъ растительнаго раскисленія. Рядомъ съ углекислотою или гидратомъ, мы имѣемъ угле-амидъ или мочевину, $CH_4 N_2 O$, тѣло, имѣющее къ углекислотѣ такое же отношеніе, какъ амміакъ къ водѣ и превращающееся въ углекислоту посредствомъ замѣщенія извѣстныхъ элементовъ амміака соотвѣтствующими элементами воды:

Мочевина — Вода — Амміакъ — Углекислота

$$(CO'')H_4 N_2 + (H_2)\ H_2 O_2 = (H_2)\ H_4 N_2 + (CO)''\ H_2 O_2$$

Углекислота встрѣчается и въ безводной формѣ, въ

видѣ угле-ангидрида, CO_2, и въ видѣ сѣрнаго производнаго этого тѣла, — сѣрнистаго углерода CS_2. Эти два соединенія могутъ получаться посредствомъ сожиганія углерода въ кислородѣ и сѣрѣ. Послѣднее изъ нихъ производится теперь въ громадныхъ размѣрахъ для промышленныхъ цѣлей. Кромѣ того, лишая углекислоту, которая извѣстна только въ растворенномъ состояніи, воды, мы можемъ получить угле-ангидридъ, какъ видно изъ слѣдующаго уравненія

Углекислота — Вода — Угле-ангидридъ

$$CH_2 O_3 \quad - H_2 O \quad = CO_2$$

который, соединясь вновь съ водою, превращается въ кислоту или въ соль

Угле-ангидридъ — известь — мѣлъ

$$CO_2 + Ca''O = CCa''O_3$$

Угле-ангидридъ — Ѣдкое кали — Двууглекисл. кали

$$Co_2 + KHO = CKHO_3$$

Раскисленныя формы углекислоты и ея ангидрида, т. е. муравьиную кислоту $CH_2 O_2$ и окись углерода CO можно легко получить дѣйствіемъ раскисляющихъ средствъ. Между ними существуетъ то же отношеніе, какъ между углекислотою и ея ангидридомъ; отнимая у муравьиной кислоты воду, получается окись углерода.

Муравьиная кислота		Вода		Окись углерода
CH_2O_2	—	H_2O	=	CO,

которая посредствомъ ѣдкой щелочи превращается въ муравьино-кислую соль.

Окись углерода		Ѣдкое кали		Мурав. кислое кали
CO	×	KHO	=	$CKHO_2$

89) Приготовленіе муравьиной кислоты или ея солей посредствомъ раскисленія углекислоты натріемъ (Кольбе) и соединеніемъ ѣдкаго кали съ окисью углерода (Бертело), какъ одинъ изъ первыхъ примѣровъ произведенія органическихъ соединеній изъ неорганическихъ, имѣло въ свое время значительный химическій интересъ, потому что муравьиная кислота весьма распространена въ природѣ. Въ растительномъ царствѣ она находится въ сокѣ жгучей крапивы, въ увядшихъ сосновыхъ иглахъ и также составляетъ продуктъ произвольнаго окисленія терпентина. Въ животномъ царствѣ она найдена въ человѣческой крови, въ мочѣ, потѣ и въ сокахъ селезенки и мускуловъ. Въ значительномъ количествѣ она находится въ сокѣ, выжатомъ изъ красныхъ муравьевъ, изъ котораго она можетъ быть получена простою перегонкой; въ ѣдкой жидкости нѣкоторыхъ гусенницъ и проч. Соединеніемъ муравьиной кислоты съ амміакомъ получается муравьино-кислый амміакъ, который потерею воды превра-

щается въ замѣчательное органическое соединеніе, носящее названіе синильной или синеродисто-водородной кислоты (форміо-нитрилъ) и встрѣчающееся въ лавровишневой водѣ, эмульсіи горькихъ миндалей и проч.

Муравьин. кисл.	Амміакъ.	Вода.	Синильн. кисл.
CH_2O_2	$+H_3N$	$=2H_2O$	$+CHN$

Эта кислота или соотвѣтствующій ей ціанидъ, могутъ быть въ настоящее время получены не только изъ муравьиной кислоты, но и посредствомъ прямаго соединенія углерода, азота и какого-нибудь металла. Далѣе, скисляя какой-нибудь ціанидъ, напримѣръ калія, CKN, мы получимъ синеродно-кислое кали $CKNO$, которое двойнымъ разложеніемъ можетъ быть превращено въ синеродно-кислый амміакъ, переходящій произвольно въ мочевину.

Синеродно-кислый амміакъ.	Мочевина.
$CHNO.H_3N$	$=CH_4N_2O$

Это та знаменитая реакція, посредствомъ которой мочевина въ первый разъ была искусственно приготовлена Велеромъ въ 1828 году; но въ то время синеродъ синеродно-кислаго кали, употребляемаго для этой цѣли, былъ извѣстенъ только какъ продуктъ органическаго происхожденія. Замѣтьте, что, окисляя муравьиную кислоту, CH_2O_2, мы получаемъ углекислоту, а окисляя одну амміачную форму муравьиной кислоты

именно синильную кислоту CHN, въ присутствіи большаго количества аммiака мы получаемъ двуамміачную форму углекислоты, именно мочевину, которая въ настоящее время можетъ быть приготовлена искусственно различными способами.

90) Еще менѣе окисленныя одно-углеродныя соединенія принадлежатъ къ метиловой группѣ; онѣ суть главнѣйшимъ образомъ слѣдующія:

Метиловыя соединенія:

CH_4 или CH_3H водородистый металлъ или болотный газъ.

CH_3 или CH_3Cl хлористый метилъ.

CH_4O или CH_3HO гидратъ метила или древесный спиртъ.

CH_5N или CH_3H_2N метиламинъ.

Эти четыре тѣла, метиловыя разновидности водорода, хлористо-водородной кислоты, воды и аммiака, могутъ превращаться одно въ другое различными способами. Болотный газъ, кромѣ того что онъ является какъ главная составная часть каменно-угольнаго газа, какъ горючій газъ каменно-угольныхъ копей и, наконецъ, какъ газъ стоячихъ водъ или болотъ, признанъ недавно Петтенкоферомъ за нормальную составную часть выдыхаемаго воздуха. Древесный спиртъ есть не только продуктъ разрушающей перегонки, но является въ природѣ какъ составная часть эфирнаго масла гаултеріи (gaulteria procumbens).

Эф. масло gaulteriae.		Вода.		Салициновая кисл.		Древесн. спиртъ.
$C_8H_8O_3$	+	H_2O	=	$C_7H_6O_3$	+	CH_4O

Изъ другихъ хорошо извѣстныхъ метиловыхъ соединеній, мы можемъ упомянуть саркозинъ, креатинъ, кофеинъ или теинъ, теоброминъ, конiинъ, наркотинъ и проч. и проч. О метиламинѣ я уже говорилъ нѣсколько разъ. Близкій къ нему триметиламинъ $(CH_3)_3N$, постоянная составная часть солянаго разсола, въ которомъ вымачивались сельди и другая рыба.

91) Приготовленіе метиловыхъ соединеній можетъ быть совершено различнымъ образомъ. Такъ синильная кислота чрезъ присоединеніе водорода даетъ метиламинъ.

Синильн. кисл.		Водородъ.		Метиламинъ.
CHN	+	H_4	=	CH_5N

Муравьино-кислый баритъ, разложенный посредствомъ теплоты, даетъ болотный газъ.

Муравьино-кислый баритъ. Углек. баритъ. Угле-ангидр. Болотн. газъ.

$$2\left\{\begin{matrix} CHO_2 \\ Ba'' \\ CHO_2 \end{matrix}\right. = 2\ CBa''O_3 + CO_2 + CH_4$$

Болотный газъ получается также при пропусканіи

смѣси паровъ сѣрнистаго углерода и сѣрнистаго водорода надъ накаленной до-красна металлической мѣдью:

Сѣрнистый углер.	Сѣрнист. водор.	Мѣдь.	Сѣрн. мѣд.	Бол. газъ.
CS_2 ×	${}_2H_2S$	$+Cu_8$ =	$4Cu_2S$ +	CH_4

Можетъ быть еще интереснѣе другой способъ полученія метиловыхъ соединеній, состоящій въ томъ, что сѣрнистый углеродъ продолжительно обрабатывается хлоромъ, причемъ онъ превращается въ хлористый углеродъ CCl_4, который, при непрерывномъ дѣйствіи на него освобождающагося водорода, даетъ слѣдующій рядъ соединеній:

Производныя болотнаго газа

$C\,Cl_4$ хлористый углеродъ.
$CH\,Cl_3$ хлороформъ.
$CH_2\,Cl_2$ хлористый метиленъ.
$CH_3\,Cl$ хлористый метилъ.
CH_4 метенъ или болотный газъ.

Такимъ образомъ, между чисто искусственными одно-углеродными соединеніями мы имѣемъ слѣдующія интересныя тѣла, изъ которыхъ всѣ, за исключеніемъ послѣдняго, встрѣчаются въ растительномъ или животномъ царствахъ, именно: мочевину, муравьиную кислоту, синильную кислоту, триметиламинъ и хлороформъ.

92) Главные члены дву-углеродной группы, именно алкоголь и уксусная кислота, а также однородныя съ ними тѣла, могутъ быть получены изъ одно-углеродныхъ соединеній различными способами. Такъ, по моимъ собственнымъ наблюденіямъ, подвергая смѣсь болотнаго газа и окиси углерода теплотѣ краснаго каленія, получается ацетиленъ или клюменъ.

Болотный газъ.	Окись углерода.	Вода.	Ацетиленъ.
CH_4 +	CO =	H_2O +	C_2H_2

Если на ацетиленъ дѣйствовать освобождающимся водородомъ, то получается маслородный газъ или этиленъ.

Ацетиленъ.	Водородъ.	Этиленъ.
C_2H_2 +	H_2 =	C_2H_4

Фарадо и Геннель, уже почти 50 лѣтъ тому назадъ, указали, а въ послѣднее время Бертело доказалъ несомнѣнно, что маслородный газъ поглощается купоросным маслом и если эту кислоту развести водою и перегнать, то маслородный газъ освобождается изъ нея въ видѣ алкоголя или виннаго спирта.

Этиленъ.		Вода.		Алкоголь.
C_2H_4	+	H_2O	=	C_2H_6O

Это добываніе алкоголя изъ маслороднаго газа или этилена, составляющаго одну изъ главныхъ составныхъ частей каменно-угольнаго газа, конечно имѣетъ во многихъ отношеніяхъ весьма большое значеніе, но я думаю, что его важность, какъ шагъ впередъ въ органическомъ синтезѣ, нѣсколько преувеличена, такъ какъ алкоголь и маслородный газъ суть весьма близкіе между собою члены одной и той же углеродной группы. Во всякомъ случаѣ, однако, открытіе Бертело этого способа полученія алкоголя изъ чисто неорганическихъ продуктовъ обратило на себя большое вниманіе химиковъ и дало сильный толчокъ развитію синтетическаго метода.

93) Вы видите, что искусственный алкоголь добывается изъ маслороднаго газа, который получается изъ ацетилена или клюмена; послѣдній же приготовляется изъ одно-углеродныхъ соединеній чисто неорганическаго происхожденія. Кромѣ упомянутаго выше способа полученія ацетилена, Бертело открылъ другой, еще болѣе интересный, именно, сожженіе, такъ сказать, углерода въ водородѣ. Когда уголь горитъ въ кислородѣ, то теплоты, освобождающейся при горѣніи, болѣе чѣмъ достаточно для поддержанія горѣнія и вслѣдствіе этого уголь, разъ зажженный, продолжаетъ горѣть. Но при горѣніи, если можно такъ выразиться,

угля въ водородѣ, уголь долженъ быть поддерживаемъ въ раскаленномъ состояніи помощью электричества. Когда напримѣръ, угольныя окончанія проводниковъ гальванической батареи достаточной силы, заключенныя въ стеклянный шаръ, чрезъ который проходитъ струя сухаго водорода, приближаются другъ къ другу на столько, чтобы они раскалились, какъ въ обыкновенной электрической лампѣ, то водородъ и раскаленный углеродъ соединяются одинъ съ другимъ и образуютъ гидридъ углерода или ацетиленъ, подобно тому какъ кислородъ соединяется съ горящимъ углеродомъ и образуетъ окись углерода или угле-ангидридъ. Но окисленіе ведетъ къ раздѣленію, а соединеніе съ водородомъ къ сближенію атомовъ углерода, и вотъ почему при горѣніи углерода въ кислородѣ мы получаемъ одно-углеродное соединеніе CO_2, тогда какъ при горѣніи его въ водородѣ получается дву-углеродное соединеніе C_2H_2, которое можно отдѣлить отъ свободнаго водорода, пропуская его чрезъ аміачный растворъ полухлористой мѣди, въ которомъ оно удерживается въ формѣ ацетилида мѣди C_2HCu. Это соединеніе осаждается какъ обильный ярко-краснаго цвѣта осадокъ, который, при обработкѣ теплою хлористо-водородною кислотой, разлагается, выдѣляя ацетиленовый газъ, замѣчательный яркостью своего пламени.

Ацетилидъ мѣди.		Хлор. водор. кисл.		Хлор. мѣдь.		Ацетиленъ.
C_2HCu	+	HCl	=	$CuCl$	+	C_2H_2

Присоединяя къ ацетилену водородъ, дѣйствіемъ смѣси цинка и амміака на ацетилидъ мѣди, Бертело получилъ маслородный газъ или этиленъ, изъ котораго, какъ уже сказано выше, дѣйствіемъ сѣрной кислоты, онъ получилъ алкоголь.

94) Между разными животными продуктами, алкоголь является какъ составная часть тирозина,—соединенія, о которомъ я буду говорить подробнѣе въ слѣдующей лекціи,—и таурина, который можетъ быть приготовленъ слѣдующимъ образомъ.

При извѣстныхъ условіяхъ, остатки алкоголя и сѣрной кислоты соединяются между собою и образуютъ изетіоновую кислоту, легко превращающуюся посредствомъ пятихлорида фосфора въ хлор-ангидридъ изетіоновой кислоты $C_2H_5ClSO_3$; послѣдній, дѣйствіемъ воды, легко превращается въ гидратъ или изетіоловую кислоту $C_2H_5(HO)SO_3$, и посредствомъ амміака оба эти соединенія, хлоридъ и издратъ, могутъ быть преобразованы въ амидъ или тауринъ $C_2H_5(H_2N)SO_3$ *) согласно слѣдующимъ реакціямъ, изъ которыхъ первая принадлежитъ Кольбу, а вторая, болѣе ранняя по времени, Штрекеру:

*) Не нужно думать, что эти формулы выражаютъ внутреннее расположеніе молекуловъ приведенныхъ трехъ тѣлъ, онѣ показываютъ только положительно извѣстное взаимное ихъ отношеніе.

Хлоридъ и гидратъ. Тауринъ или амидъ.

$$C_2H_5(Cl)SO_3 + H(H_2N) = HCl + C_2H_5(H_2N)SO_3$$

$$C_2H_5(HO)SO_3 + H(H_2N) = H_2O + C_2H_5(H_2N)SO_3$$

95) Алкоголь можно добывать и изъ уксусной кислоты, присоединяя къ ней водородъ способами Вурца и Мемдіуса, о которыхъ мы уже говорили выше; уксусную кислоту можно получить окисленіемъ алкоголя, какъ обыкновенно добывается уксусъ. Кромѣ того уксусная кислота $C_2H_4O_2$ можетъ получаться синтетически изъ метиловаго алкоголя, CH_4O, присоединяя къ нему окись углерода CO, согласно общимъ способамъ прежде мною упомянутымъ, и такъ же изъ сѣрнистаго углерода, по историческому способу Кольба, на который я указалъ въ прошлой лекціи. Вотъ послѣдовательныя ступени этого самого ранняго процесса полученія органическаго соединенія чисто не органическими средствами:

Синтезъ уксусной кислоты.

CS_2 Сѣрнистый углеродъ.

CCl_4 Хлористый углеродъ.

C_2Cl_4 Четыре-хлоро-этиленъ.

$C_2HCl_3O_2$ Трихлорно-уксусная кислота.

$C_2H_4O_2$ Уксусная кислота.

Сѣрнистый углеродъ, происшедшій чрезъ прямое соединеніе сѣры съ углеродомъ превращается, при обработкѣ его хлоромъ, въ хлористый углеродъ; послѣдній при нагрѣваніи до-красна въ четыре-хлороэтиленъ, который отъ дѣйствія влажнаго хлора переходитъ въ трихлорно-уксусную кислоту, а послѣднія, подъ вліяніемъ освобождающагося водорода, превращаются въ обыкновенную уксусную кислоту. Остановивъ дѣйствіе водорода на извѣстномъ пунктѣ и обработывая происшедшую при этомъ однохлорно-уксусную кислоту $C_2 H_3 ClO$ амміакомъ, мы получаемъ гликоколь; при обработкѣ послѣдняго метиламиномъ, происходитъ саркозинъ, который въ соединеніи съ мочевиной образуетъ креатинъ, — соединеніе, впрочемъ, до-сихъ-поръ еще не полученное искусственнымъ путемъ. Слѣдовательно изъ дву-углеродныхъ продуктовъ животнаго и растительнаго царствъ, полученныхъ чисто неорганическими средствами, могутъ быть упомянуты: алкоголь, тауринъ, уксусная кислота, гликоколь и наконецъ щавелевая кислота, которая получается окисленіемъ алкоголя, уксусной кислоты, гиколевой кислоты и проч. и можетъ быть добыта синтетически изъ одно-углеродныхъ кислотъ муравьиной и угольной.

96) Посредствомъ общихъ способовъ, о которыхъ я вамъ говорилъ нѣсколько времени тому назадъ, равно какъ и посредствомъ нѣкоторыхъ особенныхъ способовъ, легко перейти отъ дву-углеродной группы къ трехъ-углеродной, относительно которой мы принуждены удовольствоваться самымъ краткимъ очеркомъ. Она заключаетъ между своими членами глицеринъ $C_3H_8O_3$, основное начало настоящихъ жировъ растительнаго и животнаго происхожденія, молочную кислоту $C_3H_6O_3$— замѣчательную составную часть мяснаго сока и продуктъ броженія винограднаго и молочнаго сахара, вызываемаго вліяніемъ разлагающагося казеина. Въ этотъ же списокъ членовъ пропіоноваго семейства, приготовленныхъ искусственно, слѣдуетъ включить главную составную часть эфирнаго масла чеснока—сѣрнистый алилъ $(C_3 H_5)_2S$, и главную составную часть эфирнаго масла, горчицы или тіоціановый алилъ $(C_3 H_5)$ CNS.

97) Переходя къ четыре-углеродной группѣ, мы прежде всего встрѣчаемъ масляную кислоту $C_4H_8O_2$,— продуктъ разрушающаго (окислительнаго) превращенія сахара, маннита и проч. Въ соединеніи съ алкоголемъ она даетъ бутировый эфиръ или эфирное масло ананаса, а въ соединеніи съ глицериномъ бутиринъ,—составную часть коровьяго масла. Янтарная кислота $C_4 H_6 O_4$, легко получается изъ масляной кислоты и находится къ ней въ такомъ же отношеніи какъ щавелевая кислота къ уксусной. Она составляетъ повидимому самый частый искусственный продуктъ окисленія жирныхъ веществъ; естественно она встрѣчается въ жидкости пузырьчатыхъ опухолей (hydatides) и жидкости водяной грыжи (hydrocele). Изъ янтарной кислоты легко получить послѣдовательно хорошо извѣстные растительные продукты, именно, яблочную кислоту,

$C_4H_6O_5$, и винную кислоту, $C_4H_6O_6$, которыя могутъ быть снова превращены въ янтарную кислоту. Яблочная и янтарная кислоты близки между собою и легко переходятъ одна въ другую. Такъ аспарагинъ, $C_4H_8N_2O_3$, кристаллическое начало спаржи и нѣкоторыхъ другихъ растеній, даетъ ту или другую изъ этихъ кислотъ, смотря по обработкѣ, которой мы его подвергаемъ.

98) Пятиуглеродныя соединенія искусственнаго происхожденія менѣе замѣчательны. Я упомяну о сивушномъ маслѣ или амиловомъ алкоголѣ $C_5H_{12}O$ и валеріановой кислотѣ $C_5H_{10}O_2$, продуктѣ, обыкновенно получаемомъ изъ эфирнаго масла валеріаны. Соединеніе амиловаго алкоголя съ уксусной кислотой даетъ грушевое масло, а съ валеріановой кислотой — яблочное или айвовое масло, употребляемое кондиторами и вѣроятно тождественныя съ естественными эфирными маслами, существующими въ зрѣлыхъ плодахъ. Соединеніе валеріановой кислоты съ глицериномъ даетъ валеринъ,—составную часть ворвани.

99) Изъ шести-углеродныхъ жирныхъ соединеній, полученныхъ искусственнымъ образомъ, наиболѣе интересны—капроновая кислота, $C_6H_{12}O_2$, и левциновая кислота, $C_6H_{12}O_3$. Капроновая кислота встрѣчается въ видѣ глицерида въ козьемъ маслѣ, а амидо-капроновая кислота или левцинъ есть непостоянная составная часть человѣческой мочи и постоянный продуктъ превращенія желѣзистой ткани. Крахмалъ $C_6H_{10}O_5$, ви-

ноградный сахаръ $C_6H_{12}O_6$, маннитъ $C_6H_{14}O_6$ и множество подобныхъ имъ питательныхъ веществъ относятся къ этой группѣ, хотя ихъ точное отношеніе къ типическимъ членамъ этой группы еще неизвѣстно въ точности. Виноградный сахаръ полученъ Бертело изъ глицерина, который, какъ я сказалъ, можетъ добываться чисто неорганическими средствами; такъ что въ нѣкоторомъ смыслѣ сахаръ можно было-бы отнесть къ списку искусственно приготовленныхъ органическихъ соединеній, поэтому мѣшаемъ средство, употребляемое для превращенія глицерина, именно дѣйствіе гніющей животной ткани, хотя эта ткань не даетъ никакого матеріала для образованія сахара, который происходитъ исключительно изъ глицерина.

Но если сахаръ не полученъ еще вполнѣ удовлетворительнымъ способомъ, то недавнія открытія способовъ приготовленія весьма близкихъ къ нему тѣлъ, какъ напримѣръ протиловаго физита Каріуса, вмѣстѣ съ увеличеніемъ нашихъ знаній относительно метаморфическихъ отношеній самого сахара служатъ достаточнымъ ручательствомъ, что способы искусственнаго произведенія этого важнаго питательнаго начала не долго останутся намъ неизвѣстны.

До настоящаго времени нѣтъ опредѣленныхъ способовъ для преобразованія жирныхъ соединеній въ ароматическія, хотя впрочемъ фенелъ, C_6H_6, и фенолъ или карболевая кислота, C_6H_6O, могутъ быть получены, пропуская пары алкоголя или сивушнаго масла чрезъ раскаленныя до-красна трубки. Изъ перваго изъ

этихъ тѣлъ мы легко получаемъ анилинъ или фениламинъ, C_6H_7N, который можно снова превратить какъ въ фенелъ такъ и въ фенолъ.

100) Семи-углеродныя жирныя кислоты и алкоголи обыкновенно получаются изъ касторового масла. На сколько я знаю, они еще не были произведены искусственно изъ неорганическихъ веществъ, но безъ сомнѣнія они могутъ быть приготовлены такимъ образомъ. Другое дѣло 7-углеродныя ароматическія соединенія. Общими способами, о которыхъ я говорилъ прежде, фенелъ былъ превращенъ въ бензойную кислоту, $C_7H_6O_2$, Гарницкимъ и Кекуле, а фенолъ въ салициновую кислоту, $C_7H_6O_3$, Кольбомъ. Бензойная кислота легко даетъ бензойный альдегидъ или эфирное масло горькаго миндаля и также глико-бензойную или гиппуровую кислоту. Салициновая кислота легко окисляется въ чернильно-орѣшковую кислоту, естественный глюкозидъ которой есть таннинъ, какъ это видно изъ слѣдующаго разложенія.

Таннинъ		Вода		Глюкозъ		Чернильн. орѣшк. кисл.
$C_{27}H_{22}O_{17}$	+	$4H_2O$	=	$C_6H_{12}O_6$	+	$3C_7H_6O_5$.

Изъ салициновой кислоты мы можемъ также получить салицинометиловый эфиръ или гаультеровое масло, салициновый альдегидъ или спирейное масло и салигенинъ или салициновый алкоголь, — соединеніе, часто упоминавшееся во второй лекціи, какъ составная часть сали-

цина и популина; салицинъ есть въ самомъ дѣлѣ глюкозидъ салигенина такъ, какъ таннинъ есть глюкозидъ чернильно-орѣшковой кислоты.

Салицинъ		Вода		Глюкозъ		Салигенинъ
$C_{13}H_{18}O_7$	+	H_2O	=	$C_6H_{12}O_6$	+	$C_7H_8O_2$

Кромѣ того тирозинъ, весьма замѣчательный продуктъ метаморфоза тканей, хотя онъ и не полученъ еще изъ салициновой кислоты, но имѣетъ такое же отношеніе къ ней, какъ левцинъ къ капроновой и такъ саркозинъ и гликоколь къ уксусной кислотѣ; онъ составляетъ этило-аммiачную форму салициновой кислоты.

Другое искусственно приготовленное 7-углеродное соединеніе, имѣющее притомъ большую важность въ промышленномъ отношеніи, есть бензоэнъ или толуэнъ, C_7H_8, который недавно полученъ изъ фенела или бензола, C_6H_6, Фиттихомъ и Толленсомъ. Исходя отъ этихъ двухъ тѣлъ, мы можемъ получить всѣ такъ называемыя краски каменно-угольнаго дегтя, съ блескомъ и разнообразіемъ которыхъ большая часть изъ насъ знакома. Красная краска или розанилинъ, $C_{20}H_{19}N_3$, фіолетовая или триэтиловый розанилинъ, $C_{26}H_{31}N_3$, и синяя или трифелиновый розанилинъ, $C_{38}H_{31}N_3$, могутъ быть по этому получены изъ входящихъ въ составъ ихъ элементовъ и даютъ намъ красноречивое доказательство творческой силы современной органической химіи.

101) Теперь я показалъ вамъ тѣ способы, посредствомъ которыхъ современные химики безъ всякой помощи живыхъ организмовъ могутъ приготовить соединенія, содержащія не менѣе 7 атомовъ углерода, или изъ углекислоты, воды и амміака, изъ которыхъ и живые организмы производятъ тожественныя или подобныя имъ соединенія, или же изъ элементарныхъ веществъ углерода, водорода, кислорода и азота, на которые живые организмы не оказываютъ никакого пластическаго дѣйствія. Я могъ-бы идти и далѣе, но въ такомъ случаѣ мнѣ пришлось-бы отступить отъ той правильной послѣдовательности, которой я держался до-сихъ-поръ. При томъ моя цѣль заключается скорѣе въ томъ, чтобы показать вамъ общіе способы производства, чѣмъ ознакомить васъ съ крайними предѣлами его, которые понынѣ достигнуты. Изъ трехъ большихъ классовъ питательныхъ веществъ, одинъ — жирныя вещества — совершенно, другой — сахаристыя вещества, почти въ нашемъ распоряженіи. Что касается до третьяго класса—бѣлковинныхъ веществъ, то мы еще далеки отъ него. Это впрочемъ и неудивительно, такъ какъ мы не только не знаемъ еще ихъ состава, но не можемъ даже ничего и предполагать о немъ. Но лишь только мы откроемъ тайну ихъ естественнаго строенія, мы съ полной вѣрой въ успѣхъ можемъ приняться за трудъ ихъ искусственнаго производства.

102) Я закончу эту лекцію немногими словами, заимствованными мною у моего друга д-ра Фрэнкленда,

который самъ много содѣйствовалъ развитію синтетическихъ способовъ. «Трудно», говорилъ онъ, «закончить такой предметъ какъ этотъ, не высказавъ тѣхъ соображеній, которыя невольно возникаютъ при видѣ возможности *экономически* замѣнять натуральные процессы производства органическихъ соединеній процессами искусственными. Въ настоящее время эта возможность получаетъ вѣроятность только по отношенію къ немногимъ продуктамъ растительной и животной жизни. Мы еще не въ состояніи производить сахаръ, глицеринъ, алкоголь изъ ихъ элементовъ даже съ издержками, въ 100 разъ превышающими цѣну веществъ, когда они получаются какъ продукты органической дѣятельности. Но, не смотря на то, что наше соперничество съ природой въ экономическомъ производствѣ такихъ важныхъ органическихъ соединеній, какъ составныя части пищи человѣка, еще очень слабо, было-бы необдуманно утверждать невозможность его осуществленія. Слѣдуетъ вспомнить, что эта отрасль химіи находится еще въ младенчествѣ, что до-сихъ-поръ она обращала на себя вниманіе весьма немногихъ и наконецъ, что многія подобныя замѣщенія естественныхъ процессовъ искусственными уже сдѣланы».

Лекція V.

Мышечная дѣятельность зависитъ отъ обмѣна веществъ въ мускулахъ. — Теоретическій результатъ окисленія мускула: одна часть мочевины на семь частей углекислоты.—Практическіе результаты.—Динамическое значеніе мышечнаго окисленія.—Количества теплоты, производимой сжиганіемъ водорода и углерода. — Различіе между количествомъ и напряженіемъ теплоты.—Единица теплоты равняется 424 киллограммометрамъ движенія.—Количества движенія, производимыя сжиганіемъ водорода и углерода — Превосходство мускула предъ искуственными аппаратами, назначенными для превращенія теплоты въ движеніе. — Соотношеніе между теплотою и движеніемъ при мышечной дѣятельности. — Мышечная сила происходитъ отъ солнца. — Пропорціональность между количествомъ силы, производимой мускуломъ и степенью его окисленія — Несовершенное знаніе естественнаго процесса окисленія. — Искусственное окисленіе мускула. — Характеръ промежуточныхъ продуктовъ. — Отношеніе альдегидовъ и нитриловъ къ кислотамъ. — Простое строеніе кислотъ, получаемыхъ при окисленіи мускула. — Происхожденіе какъ жирныхъ, такъ и ароматическихъ соединеній. — Обширное распространеніе левцина и тиразина. — Ихъ образованіе при косвенномъ окисленіи азотистой ткани. — Левцинъ есть наиболѣе изслѣдованный изъ жирныхъ, а тиразинъ изъ ароматическихъ животныхъ продук-

товъ. — Строеніе и аналогіи левцина или амидо-капроновой кислоты. — Вѣроятное строеніе тиразина или этиламидо-салициновой кислоты — Естественная исторія салициновыхъ соединеній, включая индиго. — Существованіе въ человѣческой мочѣ индиго, салицилуровой кислоты и фенола.—Отношеніе тиразина къ гиппуровой кислотѣ.

103) Скорѣе дѣло физіолога, чѣмъ химика распространяться о томъ, что мышечная дѣятельность обусловливается измѣненіями совершающимися въ мускулахъ или ихъ окисленіемъ. Но, можетъ быть, вы позволите мнѣ напомнить вамъ, что свободный доступъ къ мускуламъ вполнѣ окисленной артеріальной крови существенно необходимъ для совершенной, вполнѣ развитой мышечной дѣятельности, что объемъ кислорода, находящагося въ крови, прошедшей чрезъ дѣятельный мускулъ, менѣе $1/4$ того, который содержится въ крови, прошедшей чрезъ тотъ же мускулъ, въ покойномъ состояніи, тогда какъ объемъ углекислоты въ ней содержащійся увеличивается, хотя и непропорціонально уменьшенію объема кислорода; что раздражимость мышечнаго волокна внѣ тѣла уничтожается при прекращеніи доступа къ нему кислорода и снова возстановляется при новомъ соприкосновеніи его съ этимъ газомъ и, наконецъ, что, при равенствѣ прочихъ условій, количество мочевины, выдѣляемой почками и углекислоты, выдѣляемой легкими, — пропорціонально мышечной дѣятельности индивидуума. Убѣдившись, что мышечная дѣятельность дѣйствительно зависитъ отъ окисленія мышечнаго вещества; намъ остается разсмотрѣть продукты этого окисленія и его значеніе.

104) Къ прискорбію, точная молекулярная формула мускула, точное химическое строеніе его намъ еще неизвѣстны. Но въ мускулѣ, какъ и въ цѣломъ классѣ бѣлковыхъ тѣлъ намъ извѣстно отношеніе между углеродомъ и азотомъ, входящими въ составъ его. Нѣтъ ни малѣйшаго сомнѣнія, что отношеніе числа атомовъ углерода къ числу атомовъ азота въ мускулѣ чрезвычайно близко, если не вполнѣ равно—къ отношенію—4 : 1. Слѣдовательно, и въ самомъ маленькомъ кусочкѣ мускула на каждый атомъ азота приходится 4 атома углерода.

4 углерода на 1 азота.

Гораздо удобнѣе впрочемъ удовить это отношеніе и положить, что въ каждой частицѣ мускула содержится

8 углерода на 2 азота.

Принимая, далѣе, что при окончательномъ разрушеніи мускула весь азотъ его превращается въ мочевину, посмотримъ, какая часть углерода мускула должна присоединиться къ азоту для образованія мочевины и какая часть его останется для выдѣленія въ формѣ углекислоты. Хотя молекулярное строеніе мускула намъ неизвѣстно, за то составъ мочевины опредѣленъ самымъ точнымъ образомъ *). Частица мочевины, какъ показываетъ ея формула CN_2H_4O, состоитъ изъ одного атома углерода, двухъ азота, четырехъ водорода и одного атома кислорода. Если выпустить изъ соображенія водородъ и кислородъ, то въ мочевинѣ атомическое отношеніе азота къ углероду равно 2 : 1. Слѣдовательно, каждые два атома азота мочевины соединены съ однимъ атомомъ углерода; такъ что если мы возьмемъ двѣ части азота мускула и къ нимъ присоединимъ, для образованія мочевины, одну часть его углерода, то у насъ останется 7 частей углерода мускула, которыя пойдутъ на образованіе углекислоты;

*) Этотъ способъ воззрѣнія на отношеніе мускула къ мочевинѣ и углекислотѣ вызванъ сочиненіемъ д-ра Lyon'a Plaifair'a «On the

7 углерода на { 1 углерода
2 азота. —

Такимъ образомъ, теоретически выведенный результатъ совершеннаго окисленія мускула состоитъ въ томъ, что $^1/_8$ часть содержащагося въ немъ углерода является въ формѣ мочевины, а $^7/_8$ частей его въ формѣ углекислоты.

105) Посмотримъ теперь, каковъ практически выведенный результатъ. Мы имѣемъ относительно этого предмета два ряда опытовъ — одинъ произведенный

fondat Man in retation tohis useful Work.» Многое изъ того, что говорится въ началѣ этой лекціи, заимствовано изъ этого сочиненія.

Бишофомъ и Фойтомъ, другой—Петтенкоферомъ и Фойтомъ; — оба они сдѣланы надъ худыми собаками, которыхъ кормили исключительно мясомъ въ умѣренномъ количествѣ. Въ первомъ рядѣ опытовъ незначительная доля жира, остававшаяся въ мясѣ была точно опредѣлена; и во второмъ жиръ былъ совершенно удаленъ изъ мяса. Общіе результаты этихъ опытовъ состоятъ въ слѣдующемъ:

Отношеніе углерода углекислоты къ углероду мочевины.

7,29	къ	1	Бишофъ и Фойтъ
6,85	къ	1	Петтенкоферъ и Фойтъ
7,07	къ	1	Среднее число.

Въ первомъ рядѣ опытовъ отношеніе углерода, выдѣленнаго въ формѣ углекислоты, къ углероду, выдѣленному въ формѣ мочевины составляетъ 7,29 къ 1, во второмъ рядѣ 6,85 къ 1, а среднее отношеніе есть 7,07 къ 1. Такимъ образомъ, теоретически выведенное отношеніе углерода углекислоты къ углероду мочевины есть 7 къ 1, и опытами найденное отношеніе между ними есть 7,07 къ 1 — поразительное взаимное подтвержденіе двухъ методовъ — метода вычисленій и метода изысканій.

106) Въ прошлой лекціи я говорилъ вамъ, что при отдѣленіи кислорода отъ углерода и водорода, извѣстное количество силы — теплоты — поглощается отдѣленными тѣлами и становится въ нихъ скрытой и

что эта сила при возсоединеніи отдѣленныхъ тѣлъ освобождается и обнаруживается. Обративъ вниманіе на водородъ и приводя круглыя числа, мы можемъ сказать, что теплота, выдѣляемая при сожиганіи кубическаго фута водорода, — т. е. при соединеніи кубическаго фута водорода съ половиной кубическаго фута кислорода, — можетъ повысить температуру $5^1/_2$ кубическихъ футовъ воды на 1 градусъ Фаренгейта; или что теплота, освобожденная сожженіемъ даннаго объема водорода, въ состояніи поднять температуру въ $5^1/_2$ разъ большаго объема воды на 1 градусъ Ф. Но такъ какъ количество вещества въ какомъ-нибудь тѣлѣ пропорціонально вѣсу этого тѣла, то мы получимъ болѣе ясное понятіе о количествѣ теплоты, образующейся при горѣніи водорода, если будемъ дѣлать сравненіе не между объемами, а между вѣсами данныхъ величинъ водорода и воды. Мы находимъ, такимъ образомъ, что сожженіе одной части, по вѣсу, водорода даетъ такое количество теплоты, которое въ состояніи повысить температуру болѣе чѣмъ 61,000 такихъ частей по вѣсу воды на 1° Ф. или 34,000 частей на 1° Ц. Сравнивая количества теплоты, происходящія при сожиганіи различныхъ веществъ, необходимо имѣть какую-нибудь опредѣленную единицу для сравненія, и мнѣ кажется, что наиболѣе удобна та, которая принята на континентѣ. Единицей теплоты называютъ количество ея, теряемое однимъ килограммомъ воды при охлажденіи на 1° Ц., или количество теплоты, поглощаемой однимъ килограммомъ воды при возвыше-

ніи температуры ея на 1° Ц. Принимая эту единицу, мы получимъ, что при сожженіи одного грамма водорода въ воду получается 34 единицы теплоты, т. е. такое ея количество, которое можетъ повысить температуру килограмма воды (вѣсъ въ 34,000 разъ болѣе вѣса водорода) на 1° Ц. Обращаясь къ углероду, мы находимъ, что одинъ граммъ его, окисляясь, или сгорая въ угле-ангидридъ, даетъ 8 единицъ теплоты или можетъ вызвысить температуру 8 килограммовъ воды, т. е. вѣсъ воды въ 8,000 разъ болѣе вѣса углерода на 1° Ц.

107) Надо, конечно, помнить, что количество теплоты, освобожденной окисленіемъ даннаго вѣса водорода, углерода или другаго горючаго вещества, совершенно не зависитъ отъ того, быстро или медленно совершается окисленіе. Коль скоро въ двухъ случаяхъ образуются одинаковые продукты окисленія, то въ обоихъ случаяхъ освобождается и одинаковое количество теплоты, не смотря на то, происходило-ли оно быстро или медленно, вдругъ или постепенно. Отъ быстроты соединенія зависитъ только напряженіе теплоты, а не количество ея. Когда кусокъ желѣза ржавѣетъ на воздухѣ, то результатомъ этого медленнаго горѣнія мы получаемъ окись желѣза, но не замѣчаемъ никакого возвышенія температуры. Напротивъ, когда кусокъ желѣзной проволоки сгораетъ въ кислородѣ, то замѣчается и яркое горѣніе, и сильное развитіе теплоты. Въ сущности продукты, образующіеся въ обоихъ случаяхъ, не тождественны

а только сходны. Допустивши, впрочемъ, ихъ тождественность, количество теплоты, освобожденной при быстромъ горѣніи металла, должно быть равно тому, которое освободилось при медленномъ образованіи ржавчины. Разница только въ томъ, что въ одномъ случаѣ все количество теплоты образовалось въ теченіи нѣсколькихъ секундъ, а въ другомъ тоже самое количество теплоты образовалось въ теченіи многихъ лѣтъ. Въ дѣйствительности же количество теплоты, освобождающейся при медленномъ ржавленіи извѣстнаго вѣса желѣза, значительно болѣе того, которое освобождается при быстромъ горѣніи его въ кислородѣ, такъ какъ результатъ медленнаго окисленія, ржавчина, составляетъ не только соединеніе, болѣе окисленное, но находится кромѣ того въ видѣ гидрата, т. е. въ соединеніи съ плотною водою.

108) Очень обыкновенный опытъ можетъ разъяснить намъ самымъ нагляднымъ образомъ то, о чемъ мы теперь говоримъ. При погруженіи напр. мѣдной пластинки въ сосудъ съ хлоромъ, хлоръ постепенно соединяется съ металломъ, и при этомъ не происходитъ замѣтнаго возвышенія температуры. Но если опустить въ хлоръ весьма тонкій листокъ мѣди, то соединеніе происходитъ мгновенно, съ отдѣленіемъ теплоты, достаточнымъ для раскаленія листка. Количество теплоты въ обоихъ этихъ случаяхъ одинаково; единственное различіе—въ напряженіи, т. е. въ количествѣ теплоты, существующемъ въ извѣстномъ количествѣ вещества въ

извѣстный моментъ времени. Такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ дѣйствіе было мгновенно, а количество нагрѣваемой матеріи весьма мало, то мы имѣемъ то, что называется сильнымъ жаромъ, т. е. мгновенное соединеніе большаго количества теплоты съ незначительнымъ количествомъ вещества, тогда какъ въ первомъ случаѣ дѣйствіе было постепенное, образованіе теплоты также постепенное, растянутое на большой періодъ времени, и освободившаяся теплота сообщилась большому количеству вещества, вслѣдствіе чего и не было замѣтнаго возвышенія температуры. Выраженія количество и напряженіе теплоты вполнѣ соотвѣтствуютъ выраженіямъ количество и скорость движенія. Въ 1 фунтѣ желѣза при температурѣ 1,000° (точка плавленія серебра) и въ 10 ф. желѣза при температурѣ 100° (точка кипѣнія воды) количество теплоты, которое можно передать, напримѣръ, килограмму холодной воды въ 0°, совершенно одинаково, между тѣмъ какъ напряженіе теплоты въ первомъ случаѣ въ 10 разъ больше, чѣмъ во второмъ. Такимъ же точно образомъ, количество движенія одного фунта желѣза со скоростью 1,000 футовъ въ секунду и количество движенія 10 ф. желѣза со скоростью 100 футовъ въ секунду совершенно одинаковы; но скорость въ первомъ случаѣ въ 10 разъ больше нежели во второмъ. Такимъ образомъ мы приходимъ къ заключенію, что химическое дѣйствіе, быстро-ли оно или медленно, освобождаетъ одинаковое количество теплоты, если только

дѣйствуютъ одинаковыя вещества и происходятъ одинаковые продукты

109) Попробуемъ же примѣнить этотъ основной законъ химическаго соединенія къ горючимъ составнымъ частямъ нашихъ тканей Когда мы зажигаемъ смѣсь изъ водорода и кислорода, то соединеніе газовъ и вытекающее отсюда освобожденіе теплоты совершаются мгновенно, вслѣдствіе чего мы получаемъ такую высокую степень температуры, какую только способно дать прямое химическое дѣйствіе. Съ другой стороны, если мы возьмемъ ту же смѣсь изъ кислорода и водорода и заставимъ эти газы соединяться медленно посредствомъ губчатой платины, то, какъ ихъ соединеніе, такъ и развитіе теплоты, будутъ растянуты на нѣсколько минутъ, и мы не замѣтимъ значительнаго возвышенія температуры, хотя въ обоихъ случаяхъ количество теплоты одно и тоже. Одинъ граммъ водорода, соединяясь съ кислородомъ, скоро-ли или медленно, всегда даетъ 34 единицы теплоты; одинъ граммъ углерода, при тѣхъ же условіяхъ, всегда даетъ 8 единицъ теплоты. Поэтому медленное окисленіе такого же количества углерода и водорода въ человѣческомъ тѣлѣ должно всегда дать такія же количества теплоты или соотвѣтствующее количество силы въ какой-нибудь другой формѣ, такъ какъ скрытая сила, освобождаемая при сожиганіи углерода и водорода жира выражается исключительно въ формѣ теплоты, а сожиганіе тѣхъ же элементовъ произвольнаго мускула выражается

главнымъ образомъ въ формѣ движенія. Вы припомните, что въ прошлой лекціи я говорилъ о соотвѣтственности, существующей между теплотою и движеніемъ, т. е. о томъ что, опредѣленное количество теплоты можетъ превратиться въ опредѣленное же количество движенія. Согласно съ этимъ, когда мы сожигаемъ или окисляемъ угле-водородъ животной ткани, то сила теплоты, употребленной нѣкогда на отдѣленіе этого углеводорода отъ кислорода, вмѣсто того, чтобы явиться въ формѣ теплоты, является, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, въ формѣ движенія.

110) Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію количественныхъ отношеній, существующихъ между теплотою и движеніемъ. За единицу теплоты мы приняли количество ея, поглощаемое или освобождаемое однимъ килограммомъ воды при повышеніи или пониженіи температуры ея на 1° Ц. Опытомъ найдено, что это самое количество теплоты возникаетъ при столкновеніи съ землею одного килограмма вѣса, упавшаго съ высоты 424 метровъ; такъ что механическая сила одного килограмма вѣса, упавшаго съ высоты 424 метровъ или механическая сила, необходимая для поднятія одного килограмма вѣса на высоту 424 метровъ, равна количеству теплоты, освобождаемому или поглощаемому при измѣненіи температуры одного килограмма воды на 1° Ц. Это можно выразить еще такъ: остановка единицы движенія можетъ поднять температуру одного килограмма воды на 1°, и обратно, поглощеніе еди-

ницы теплоты можетъ поднять одинъ килограммъ вѣса на высоту 424 метровъ. Конечно сила, необходимая для поднятія одного килограмма вѣса на высоту 424 метровъ, или 10 килограммовъ по высоту 42,4 метра, или 424 килограммовъ на высоту 1 метра — одна и та же. Поэтому удобно можно употреблять выраженіе килограммометръ, обозначая имъ продуктъ поднятаго вѣса въ килограммахъ на вышину поднятія въ метрахъ и говорить напр., что теплота, освобожденная охлажденіемъ одного килограмма воды на 1° Ц. равна 424 килограммометрамъ движенія, и наоборотъ. — Мы можемъ также принять первоначальную единицу Джоуля и сказать, что теплота, освобожденная охлажденіемъ 1 фунта воды на 1° Ф. равна 772 фунто-футамъ движенія.

111) Возможность примѣнить эти соображенія къ горѣнію углерода и водорода, въ человѣческомъ тѣлѣ совершенно очевидна. Мы сказали, что при сожиганіи одного грамма водорода выдѣляется 34 единицы теплоты, а одна единица теплоты равна 424 килограммометрамъ движенія; слѣдовательно, сожженіе одного грамма водорода производитъ 34 × 424 = 14416 килограммометровъ движенія, т. е. даетъ возможность поднять 1 килограммъ вѣса на высоту 14416 метровъ или 14416 килограммовъ на высоту 1 метра и т. д. Разсуждая подобнымъ же образомъ, найдемъ, что сожженіе одного грамма углерода произвело-бы 3392 килограммометра движенія. И такъ:

Одинъ сожженный граммъ				Килограммометры движ.
Водорода	34	× 424	=	14,416
Углерода	8	× 424	=	3,392

Подобнымъ способомъ мы можемъ составить себѣ понятіе о механической силѣ или количествѣ движенія, происходящаго при сожиганіи водорода и углерода нашихъ мускуловъ въ воду и углекислоту или мочевину(*). Однако наши познанія о внутреннемъ строеніи мускула такъ неполны, что мы не можемъ въ точности опредѣлить количество движенія, производимаго его окисленіемъ; приблизительно впрочемъ можно сказать, что сожженіе угле-водорода одного грамма мускула способно произвести 1923 килограммометра движенія, т. е. можетъ поднять 1923 килограмма на 1 метръ высоты (**).

(*) Теплота, производимая превращеніемъ углерода въ моч есть безъ сомнѣнія та теплота, которая происходитъ отъ совершеннаго сгаранія углерода въ углекислоту, а не та, которая происходитъ отъ его неполнаго сгаранія въ окись углерода, какъ иные думаютъ.

(**) Принимая для мускула формулу $C_{48} H_{39} N_3 O_4 \times 6$ и отдѣливъ весь кислородъ азотъ съ необходимымъ количествомъ водорода въ формѣ воды и аммiака, такъ чтобъ осталось $C_{48} H_{3} \times 6$, то 269 граммовъ мускула составятъ 144 грамма углерода и 2 грамма водорода, окисленіе которыхъ даетъ 517,280 килограммометровъ движенія, именно.

112) Хотя, сколько мнѣ извѣстно, отношеніе между количествомъ движенія, происходящаго при окисленіи извѣстнаго вѣса мускула на самомъ дѣлѣ и вычисленнымъ теоретически, еще не опредѣлено вполнѣ удовлетворительно, однако несомнѣнно, что мышечная ткань, составляетъ самый совершенный аппаратъ для превращенія силы, освобождаемой химическимъ дѣйствіемъ, въ движеніе. — Ни одна изъ извѣстныхъ намъ искусственныхъ машинъ не можетъ сравниться съ ней въ экономіи силы, т. е. въ отношеніи произведенной механической работы ко всей освобожденной силѣ. Паровая машина, напримѣръ, есть аппаратъ, придуманный именно съ цѣлью превращать химическую силу въ движеніе. Но изъ теплоты, образующейся въ ея печи отъ соединенія угле-водорода угля съ кислородомъ воздуха, только часть поглощается испаряющейся водою, и изъ этой части только извѣстная доля превращается въ движеніе. По мнѣнію В. Армстронга не болѣе де-

	Граммы		Килограммометры		Килограммометры
Углеродъ	144	×	3,392	=	488,448
Водородъ	2	×	14,416	=	28,832
					517,280

отсюда мы выводимъ, что одинъ граммъ мускула дастъ 517,280 : 296 = 1,923 килограммометрамъ движенія. Но на это вычисленіе слѣдуетъ смотрѣть только какъ на приблизительное, потому что числа на которыхъ оно основано, не вполнѣ точны, въ особенности относительно количества теплоты, поглощаемой при отдѣленіи и улетученіи углерода.

сятой части силы, производимой въ печи сожженіемъ угля, реализуется въ видѣ полезной работы. Какъ-бы то ни было, но повидимому отъ потребленія, или окисленія извѣстнаго количества мускула въ нашемъ тѣлѣ получается такое количество полезной двигательной силы, какое можетъ быть произведено только сожженіемъ, по-крайней-мѣрѣ, въ 5 или въ 6 разъ большаго по вѣсу количества угля, въ самой совершенной изъ извѣстныхъ до-сихъ-поръ паровыхъ машинъ.

113) Значительное экономическое превосходство мускула, какъ двигательной машины, надъ всѣми искусственными машинами много зависитъ, повидимому отъ того, что сила, освобождаемая при его окисленіи, прямо выражается въ формѣ движенія, а не является предварительно въ какой-нибудь посредствующей формѣ. Такъ въ паровой машинѣ непосредственный результатъ окисленія угля не есть движеніе, а теплота, часть которой прямо или посредствено является въ формѣ внѣшняго движенія. Здѣсь химическое соединеніе даетъ сперва теплоту, которая потомъ превращается въ движеніе; тогда какъ въ мышечной ткани происходитъ сперва движеніе, которое потомъ, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, превращается въ теплоту. Сила, напр. освобождаемая окисленіемъ мышечнаго волокна сердца, выражается прямо сокращеніемъ его желудочковъ и послѣдующимъ движеніемъ крови въ большомъ и маломъ кругахъ кровеобращенія. Пока кровь возвратится къ сердцу, или уже утратила сообщенное ей движе-

ніе, и для поддержанія его требуется новое сокращеніе желудочковъ и т. д. Что же дѣлается съ движеніемъ, получаемымъ кровью при каждомъ сокращеніи сердца? — Оно является въ формѣ теплоты. Кровь, проходя по большимъ и капиллярнымъ сосудамъ, испытываетъ нѣкоторое треніе; она встрѣчаетъ препятствіе, и такимъ образомъ постепенно приходитъ въ состояніе покоя, подобно ядру, приводимому мгновенно въ покой встрѣтившимся ему препятствіемъ. Въ томъ и въ другомъ случаѣ то, что было движеніемъ, становится теплотою, и количество теплоты, вызванной окончательно треніемъ крови, произведено, такъ же точно окисленіемъ мышечныхъ волоконъ сердца, какъ еслибъ они были прямо сожжены въ печи. Конечно, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, какъ напримѣръ, при усиліи поднять какую-нибудь тяжесть, окисленіе мускула въ нашемъ тѣлѣ производитъ прямое освобожденіе теплоты вмѣсто движенія. Когда человѣкъ на самомъ дѣлѣ поднимаетъ какую-нибудь тяжесть, тогда сгораніе его мускула выражается движеніемъ тяжести; но если предположимъ, что онъ только усиливается поднять тяжесть, которая ему не по силамъ, тогда нѣтъ произведеннаго движенія, а вмѣсто него является соотвѣтственное увеличеніе температуры мускуловъ. Въ столбнякѣ, когда сильныя сокращенія мускуловъ не производятъ никакого внѣшняго дѣйствія, ихъ температура возвышается, какъ показываютъ наблюденія, на цѣлыхъ 6° Ц. или 11° Ф. выше нормальной. Напротивъ, когда человѣкъ работаетъ на ступальной мельницѣ, то хотя количество

теплоты, имъ производимой, абсолютно увеличивается однако отношеніе ея къ количеству сожженной ткани уменьшается сравнительно съ покойнымъ состояніемъ и разница соотвѣтствуетъ произведенной внѣшней работѣ. Въ лихорадкѣ же, когда происходитъ значительное разрушеніе тканей безъ всякаго соотвѣтствующаго механическаго дѣйствія, теплота тѣла увеличивается.

114) Такимъ образомъ, мы возвращаемся снова къ заключенію, которое я привелъ вамъ въ прошлый разъ. Мы замѣчаемъ, что мышечная дѣятельность не есть результатъ жизненной силы или какой-бы то ни было другой, порожденной внутри тѣла, а есть просто освобожденіе солнечной силы, которая когда-то сдѣлалась скрытою въ отдѣленныхъ другъ отъ друга углеводородѣ нашей пищи, съ одной стороны, и кислородѣ вдыхаемаго воздуха, съ другой. Какъ геніально замѣтилъ д-ръ Тиндаль «на счетъ солнца совершается животное движеніе и производится животная теплота». Охлажденіе солнца доставляетъ намъ не только горючій матеріалъ, но и даетъ намъ способность передвиженія. Изъ выраженій, которыя я недавно употребилъ, говоря о жизненной силѣ, нѣкоторые физіологи, удостоившіе меня своимъ присутствіемъ, заключили, повидимому, что химики и физики не обращаютъ вниманія на важныя различія, существующія между живою и мертвою матеріей, — различія, которыя они, — физіологи, стремятся разъяснить, допуская, что первое обладаетъ жизненною силою, которой лишена вторая. Я думаю однако, что

химики вполнѣ сознаютъ то, что можетъ быть названо тайною жизни, но они смотрятъ на объясненіе ея физіологами какъ на простой перифразъ, только какъ на выраженіе въ другой формѣ того, что мертвая матерія отличается отъ живой тѣмъ, что она мертва, а живая матерія отличается отъ мертвой тѣмъ, что она жива. Химики и физики вполнѣ убѣждены, что будь жизнь чѣмъ-бы тамъ ни было, она не производитъ внѣшней силы, а только превращаетъ ее. Въ растительномъ царствѣ солнечная сила поглощается, для образованія нашей пищи; въ животномъ царствѣ она освобождается вслѣдствіе окисленія нашего жира, нашихъ желѣзъ и мускуловъ.

115) Полная реализація силы, происходящей отъ даннаго по вѣсу количества мускула, зависитъ отъ его полнаго окисленія въ воду и углекислоту или въ мочевину. Еслибъ мускулъ превратился только въ сахаръ, креатинъ, или въ мочевую кислоту, то эти несовершенно окисленныя вещества удержали-бы еще въ себѣ извѣстную долю скрытой силы, которая можетъ быть освобождена дальнѣйшимъ окисленіемъ; они еще содержатъ извѣстную часть скрытой силы, вложенной въ элементарныя составныя части тканей въ періодъ ихъ образованія, вслѣдствіе чего мы можемъ дальнѣйшимъ окисленіемъ извлечь изъ этихъ веществъ еще нѣкоторое количество работы. Слѣдовательно, для того, чтобъ получить полный эквивалентъ теплотной или двигательной силы, которыя образуются на счетъ разрушенія на-

шихъ тканей, необходимо, чтобъ это разрушеніе было совершенное, т. е. чтобы углеродъ и водородъ превратились въ наиболѣе окисленныя соединенія, къ которымъ только они способны, именно: весь водородъ долженъ превратиться въ воду, весь углеродъ въ его наиболѣе прочное одно-углеродное соединеніе — углекислоту, или въ амміачную форму этой кислоты — мочевину. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ неполнаго окисленія происходятъ менѣе окисленныя и болѣе сложныя двууглеродныя частицы, какъ напримѣръ щавелевая кислота, которая является или въ видѣ своихъ солей или въ соединеніи съ мочевиной въ формѣ алмантоина, аксалуровой кислоты и проч. Въ случаяхъ еще болѣе не совершеннаго окисленія встрѣчаются еще менѣе окисленныя трехъ-углеродныя частицы, какъ напримѣръ мезоксалевыя соединенія, которыя съ соединенія съ мочевиной даютъ мочевую кислоту. Встрѣчаются даже четырехъ-углеродныя частицы, какъ янтарная кислота, пяти-углеродныя, какъ амидо-валеріановая кислота или фацинъ, шести-углеродныя, какъ амидо-капроновая кислота или левцинъ и наконецъ семи-углеродныя соединенія, какъ бензойный остатокъ гиппуровой кислоты и салициловый остатокъ тирозина.

116) Вы припомните, что извѣстными способами искусственнаго окисленія, о которыхъ я говорилъ въ одной изъ прошлыхъ лекцій, мы получаемъ изъ какого-нибудь даннаго вещества рядъ менѣе и менѣе сложныхъ тѣлъ, кончающійся углекислотою; или, снова употребляя вы-

раженіе Гергардта, мы постепенно нисходимъ по ряду сложныхъ тѣлъ, превращая данное вещество въ болѣе и болѣе простые продукты послѣдовательнымъ сожиганіемъ содержащихся въ нихъ углерода и водорода. Но въ другихъ случаяхъ, какъ напримѣръ въ нѣкоторыхъ опытахъ Гарунъ-Безалеца надъ окисленіемъ, производимымъ азотомъ въ щелочныхъ жидкостяхъ, мы не можемъ прослѣдить превращенія тѣлъ, потому что не можемъ открыть, посредствующихъ тѣлъ между первоначальнымъ веществомъ и конечнымъ продуктомъ — углекислотою, хотя они можетъ-быть и происходятъ. Во всякомъ случаѣ, составные углеродные атомы первоначальнаго вещества на извѣстной ступени совершенно повидимому разъединяются и окисляются. Слѣдуетъ-ли, поэтому, смотрѣть на болѣе сложныя частицы, образующіяся при естественномъ окисленіи тканей какъ на прямой, но посредствующій продуктъ главнаго окисленія или какъ на побочный продуктъ, происходящій отъ второстепенныхъ процессовъ, — это еще вопросъ нерѣшенный, хотя по отношенію къ нѣкоторымъ продуктамъ вѣроятность склоняется на сторону послѣдняго взгляда. Какъ-бы то ни было, однако образованіе и даже отдѣленіе тѣхъ или другихъ изъ этихъ тѣлъ, въ большихъ или меньшихъ размѣрахъ, смотря по натурѣ организма (такъ мочевой кислоты у птицъ и пресмыкающихся, гиппуровой у травоядныхъ и обѣихъ кислотъ въ небольшомъ количествѣ у человѣка) суть дѣйствія очевидно нормальныя и здоровыя.

Разумѣется, благодаря отдѣленію такихъ несовершенно окисленныхъ веществъ, извѣстное количество силы теряется для организма, но эта потеря силы въ органической природѣ далеко меньше той, которую мы замѣчаемъ въ неорганическомъ мірѣ. —Нѣкоторые изъ этихъ посредствующихъ продуктовъ превращенія тканей, въ особенности гиппуровая и мочевая кислоты, левцинъ и тирозинъ встрѣчаются довольно постоянно и имѣютъ такой общій интересъ, что заслуживаютъ нашего спеціальнаго разсмотрѣнія. Но о гиппуровой кислотѣ мы уже говорили достаточно подробно, а мочевую кислоту мы отложимъ до слѣдующей лекціи, такъ что намъ остаются только левцинъ и тирозинъ; однако, прежде-чѣмъ мы будемъ говорить о естественномъ мѣстонахожденіи этихъ тѣлъ въ живомъ и мертвомъ организмѣ, позвольте мнѣ обратить на короткое время ваше вниманіе на нѣкоторые близкіе къ нимъ продукты, получаемые искусственными способами изъ азотистыхъ тканей.

117) Когда мясо подвергается дѣйствію окисляющаго средства, напчаще употребляемаго химиками, именно смѣси изъ сѣрной кислоты и двухромокислаго кали или перекиси марганца, то образуется значительное число одно-основныхъ кислотъ, о которыхъ я буду говорить впослѣдствіи, а также различныя родственные съ ними альдегиды и нитрилы. Отношеніе альдегида къ соотвѣтствующей ему кислотѣ и алкоголю весьма просто, въ примѣръ чему можно приве-

сти обыкновенный или винный альдегидъ между жирными и бензойный между ароматическими соединеніями. Когда, напримѣръ, винный алкоголь подвергается окисленію, то онъ не только принимаетъ прибавочную долю кислорода, но вмѣстѣ съ этимъ отдаетъ часть своего водорода, превращаясь такимъ образомъ въ alcogol *degyd*rogenatus или альдегидъ.

Алкоголь		Кислородъ		Вода		Альдегидъ
C_2H_6O	+	O	=	H_2O	+	C_2H_4O

Полученный альдегидъ есть вещество, гораздо легче окисляемое чѣмъ первоначальный алкоголь, въ соприкосновеніи съ воздухомъ, вслѣдствіе прямаго поглощенія кислорода, быстро превращается въ уксусную кислоту.

Альдегидъ		Кислородъ		Уксусная кислота
C_2H_4O	+	O	=	$C_2H_4O_2$

Такимъ же образомъ бензойный алкоголь не способенъ къ простому окисленію, но подъ вліяніемъ окисляющихъ тѣлъ онъ превращается въ бензойный альдегидъ или эфирное масло горькихъ миндалей.

Бензойный алкоголь		Кислородъ		Вода		Бензойный альдегидъ
C_7H_8O	+	O	=	H_2O	+	C_7H_6O,

который, будучи выставленъ на воздухъ, быстро измѣ-

няется, вслѣдствіе прямаго поглощенія кислорода въ бензойную кислоту,

Бензойный альдегидъ.		Кислородъ.		Бензойная кисл.
$C_7 H_6 O$	+	O	=	$C_7 H_6 O_2$

Слѣдовательно кислородъ, который отдѣляетъ водородъ отъ алкоголя, присоединяется прямо къ альдегиду и этимъ отличаетъ одинъ классъ соединеній отъ другаго даже и въ томъ случаѣ, когда, какъ напримѣръ въ алиловомъ алкоголѣ и пропіоновомъ альдегидѣ, оба тѣла имѣютъ одинаковый элементарный составъ, выражаемый, въ этомъ случаѣ, напримѣръ, эмпирическою формулой $C_3 H_6 O$.

118) Хотя отличительное свойство альдегидовъ состоитъ въ томъ, что они поглощаютъ кислородъ и превращаются при этомъ въ кислоты, однако къ нимъ можно снова присоединить водородъ и превратить въ алкоголь, напримѣръ по методѣ Вурца, о которомъ я говорилъ въ прошлый разъ,

Бензойный альдегидъ.		Водородъ.		Бензойн. алкоголь,
$C_7 H_6 O$	+	H_2	=	$C_7 H_8 O$

Еще любопытнѣе способъ Канниццаро, которымъ можно одну половину, взятаго для реакціи, альдегида окислять въ соотвѣтствующую кислоту или ея соль, а къ другой въ тоже время присоединить водородъ и превратить ее въ алкоголь.

Бензойный альдегидъ.		Ѣдкое кали.		Бензойнокислое кали.		Бензойный алкоголь.
$2 C_7 H_6 O$	+	KHO	=	$C_7 H_5 K O_2$	+	$C_7 H_8 O.$

Такимъ образомъ, между каждымъ алкоголемъ и соотвѣтствующею кислотою есть посредствующій альдегидъ. Многіе изъ альдегидовъ, подобно бензойному, извѣстны намъ въ видѣ эфирныхъ маслъ. Такъ, эфирныя масла: ромашки, корнцы, спиреи, руты содержатъ адельгиды: ангеликовый, коричный, салициновый и метилорутовый, превращаемые окисленіемъ въ кислоты: ангеликовую, коричную, салициновую и рутовую кислоты. Главная, слѣдовательно характеристическая черта альдегидовъ есть ихъ превратимость въ кислоты посредствомъ прямаго поглощенія кислорода; такъ что, какъ продукты окисленія, ихъ можно считать невполнѣ образовавшимися кислотами. Когда мы, поэтому, обрабатываемъ мускулъ какими-нибудь окисляющими агентами, получаемъ извѣстные альдегиды вмѣстѣ съ соотвѣтствующими кислотами, то это показываетъ, что наше окисляющее средство недостаточно дѣйствовало, или скорѣе, что продукты, будучи весьма летучи, не оставались въ соприкосновеніи съ нагрѣтой окисляющей смѣсью достаточно долго, чтобы превратиться въ кислоты.

119) Кромѣ альдегидовъ и кислотъ, при окисленіи мускула получаются также нѣкоторые нитрилы, въ осо-

бенности форміо-нитрилъ и валеро-нитрилъ. Вы помните, что уже въ прежнихъ лекціяхъ я говорилъ о синильной кислотѣ, ціанидѣ водорода или формiо-нитрилѣ, о ціанидѣ метила или ацетонитрилѣ, о синеродѣ или оксало-нитрилѣ и проч. Большую часть этихъ нитриловъ можно получать или дѣйствуя самымъ простымъ органическимъ нитриломъ — синильною кислотою — на предшествующій алкоголь, или дѣйствуя амміакомъ на соотвѣтствующую кислоту, причемъ въ обоихъ случаяхъ выдѣляется вода, какъ показано ниже относительно валеро-нитр ила.

Бутиловый алкоголь.		Синильная кислота.		Вода.		Валеронитрилъ
$C_4H_{10}O$	+	CHN	—	H_2O	=	C_5H_9N

Валеріановая кисл.		Амміакъ		Вода.		Валеронитр.
$C_5H_{10}O_2$	+	H_3N	—	$2H_2O$	=	C_5H_9N

Первый процессъ есть чистый синтезъ, т. е. переходъ отъ низшей углеродной группы къ высшей, какъ я объяснилъ въ прошлый разъ, говоря вообще о синтетическомъ методѣ; тогда какъ второй есть простое превращеніе кислоты въ ея безводную амміачную соль. Многіе нитрилы, или органическіе ціаниды, отъ обработки ихъ ѣдкими щелочами, поглощаютъ воду и превращаются въ амміакъ и въ соль той кислоты, къ которой они принадлежатъ,

Валеронитрилъ.		Кали.		Вода.		Амміакъ.		Валеріановокислое кали.
C_5H_9N	+	KHO	+	H_2O	=	H_3N	+	$C_5H_9KO_2$

Синильная кислота.		Кали.		Вода.		Амміакъ.		Муравьинокислое кали.
CHN	+	KHO	+	H_2O	=	H_3N	+	$CHKO_2$

Появленіе нитриловъ вмѣстѣ съ кислотами и альдегидами показываетъ, поэтому только, что нѣкоторые продукты окисленія углеводородныхъ составныхъ частей мускула существуютъ отчасти въ соединеніи съ остаткомъ амміака, происшедшаго отъ азотистыхъ составныхъ частей мускула, вслѣдствіе чего, вмѣсто нормальныхъ кислотъ, получаются, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, ихъ безводныя амміачныя соли. Отсюда слѣдуетъ, что нитрилы, подобно альдегидамъ, должны разсматриваться не отдѣльно, а вмѣстѣ съ соотвѣтственными имъ кислотами, которыхъ они составляютъ только разновидности.

120) Окисленіемъ мяса смѣсью изъ сѣрной кислоты и перекиси марганца были получены слѣдующія кислоты, частію какъ кислоты, частію въ видѣ альдегидовъ и нитриловъ.

Жирныя кислоты. **Ароматич. кислоты.**

$C_6H_{12}O_2$ Капроновая

$C_5\ H_{10}\ O_2$ Валеріановая	
$C_4\ H_8\ O_2$ Масляная	
$C_3\ H_6\ O_2$ Пропіоновая	$C_8\ H_8\ O_2$ Толуиновая?
$C_2\ H_4\ O_2$ Уксусная	$C_7\ H_6\ O_2$ Бензойная
$C\ H_2\ O_2$ Муравьиная	$C_6\ H_4\ O_2$ Калловая?

Эти различныя кислоты содержатъ, какъ видите, въ своихъ частицахъ только по два атома кислорода. Конечно нѣтъ сомнѣнія, что кромѣ ихъ происходятъ и соотвѣтствующія кислоты съ тремя и четырьмя атомами кислорода какъ и при другихъ окисленіяхъ, но такъ какъ эти многокислородныя кислоты гораздо менѣе летучи чѣмъ двукислородныя, то онѣ остаются такъ долго въ соприкосновеніи съ окисляющей смѣсью, что болѣе или менѣе совершенно разрушаются, другими словами превращаются въ углекислоту.

121) Этотъ списокъ мышечныхъ кислотъ, расположенныхъ, какъ видите, идя отъ болѣе сложныхъ къ простѣйшимъ, представляетъ два интересныхъ обстоятельства. Первое, на что я обращу ваше вниманіе, есть то, что самыя сложныя изъ этихъ кислотъ относятся къ простѣйшимъ членамъ соотвѣтствующихъ рядовъ. Тогда какъ прямымъ или косвеннымъ окисленіемъ жира мы можемъ получать кислоты съ восемью, девятью, десятью и даже съ шестнадцатью атомами углерода, самыя сложныя изъ кислотъ, полученныхъ искусственнымъ окисленіемъ мяса имѣютъ только пять, шесть и

семь атомовъ, такъ какъ происхожденіе толуиновой кислоты во всякомъ случаѣ весьма сомнительно. Хотя окисленіе мяса не было еще произведено на столько часто и столь разнообразными способами, чтобы мы могли придать особенную важность полученнымъ результатамъ, а тѣмъ болѣе сказать рѣшительно, что частицы болѣе сложныя чѣмъ съ семью атомами не могутъ быть получены, тѣмъ не менѣе сдѣланное выше замѣчаніе, въ соединеніи съ другими фактами, имѣетъ такое значеніе, которое не слѣдуетъ выпускать изъ виду. Между всѣми продуктами превращенія тканей, являющимися въ живомъ тѣлѣ, за исключеніемъ можетъ быть индиго, которое, подобно толуиновой кислотѣ, содержитъ восемь атомовъ углерода; между всѣми продуктами гнилостнаго разложенія мертвыхъ животныхъ тканей; продуктами, получаемыми прямымъ окисленіемъ тканей, о чемъ сейчасъ было говорено, наконецъ, между всѣми продуктами, получаемыми ихъ косвеннымъ окисленіемъ посредствомъ кислотъ и щелочей, до-сихъ-поръ не было положительно замѣчено ни одной аплоновой частицы, содержащей болѣе семи атомовъ углерода.

122) Сравнивая извѣстный составъ олеина съ предполагаемымъ составомъ нѣкоторыхъ протеиновыхъ тѣлъ, мы знаемъ, что частица олеина содержитъ 57 атомовъ углерода и что эти атомы принадлежатъ остаткамъ четырехъ различныхъ аплоновыхъ частицъ, именно тремъ частицамъ олеиновой кислоты, изъ которыхъ

каждая содержитъ 18 атомовъ углерода, и одной частицы глицерина, которая содержитъ 3 атома углерода. Разрушая олеинъ, мы можемъ поэтому получить аплоновыя частицы, содержащія до восемнадцати атомовъ углерода и потомъ, послѣдовательно, все съ меньшимъ и меньшимъ числомъ атомовъ его, соотвѣтственно степени окисленія, пока наконецъ не получимъ такія тѣла, какъ янтарная кислота $C_4H_6O_4$, щавелевая кислота $C_2H_2O_4$ и углекислота CH_2O_3. Изъ посредствующихъ соединеній, можно получить пальмитиновую кислоту съ шестнадцатью атомами углерода, абациновую и рутиновую съ десятью, пробковую съ восемью атомами углерода, а по всему вѣроятію и другія кислоты, содержащія отъ одного до восемнадцати атомовъ углерода. Съ другой стороны составъ частицы бѣлковины въ настоящее время не опредѣленъ, но, допуская, что она содержитъ 72 атома углерода, какъ велико должно быть число и какова сложность аплоновыхъ частицъ, между которыми раздѣляются эти 72 атома? Все, что мы можемъ сказать, ограничивается однако тѣмъ, что ни одной аплоновой частицы, содержащей болѣе 7 или 8 атомовъ углерода, не было до-сихъ-поръ получено какъ при естественномъ, такъ и при искусственномъ разложеніи бѣлковины; такъ что, вѣроятно, его составные остатки принадлежатъ къ гораздо болѣе простымъ частицамъ, чѣмъ составныя остатки обыкновеннаго жира.

123) Другое важное обстоятельство, находящееся въ связи съ искусственнымъ окисленіемъ мяса, состоитъ въ томъ, что кислоты и альдегиды, происходящіе при немъ, принадлежатъ къ обоимъ нашимъ первичнымъ рядамъ, именно жирному и ароматическому; такъ что искусственное окисленіе мускула доставляетъ кромѣ извѣстныхъ жирныхъ кислотъ, которыя могутъ быть получены и окисленіемъ жира, еще и нѣкоторыя ароматическія кислоты, которыя не получаются при окисленіи жира. Этотъ фактъ пріобрѣтаетъ особенную важность, потому что химикамъ покуда совершенно неизвѣстны способы, которыми-бы можно было превратить жирныя соединенія въ ароматическія или наоборотъ. Правда, что различныя тѣла изъ класса жирныхъ веществъ подвергаются теплотѣ краснаго каленія, то образуются нѣкоторые продукты, принадлежащіе къ ароматическимъ веществамъ; но это преобразованіе жирныхъ веществъ въ ароматическія есть одно изъ тѣхъ, которыя мы не можемъ объяснить. Оно принадлежитъ къ тому классу измѣненій, которыя характеризуются названіемъ разрушительныхъ или неопредѣленныхъ, въ противоположность измѣненіямъ съ опредѣленной реакціей, которыя можно легко объяснить и которыя носятъ болѣе спеціальное названіе — метаморфическихъ. Никакою обыкновенною обработкой реагентами и никакимъ изъ тѣхъ способовъ обработки, какимъ подвергали мясо, мы не можемъ перейти отъ класса жирныхъ тѣлъ къ классу ароматическихъ; поэтому, когда мы, обработывая мясо

и проч. сѣрной кислотою и перекисью марганца, получаемъ и ароматическія и жирныя кислоты, то мы имѣемъ право заключить, что, каковъ-бы ни былъ истинный составъ мяса, оно навѣрное содержитъ кромѣ остатка амміака, одинъ или болѣе остатковъ соединеній, принадлежащихъ къ классу жирныхъ веществъ и одинъ или болѣе остатковъ соединеній, изъ класса ароматическихъ. Это заключеніе представляется еще болѣе неизбѣжнымъ, если обратить вниманіе на то, что не только при прямомъ окисленіи азотистой ткани, но и при косвенномъ ея окисленіи посредствомъ кислотъ и щелочей, равно какъ при посмертномъ гнилостномъ разложеніи и при жизненномъ естественномъ превращеніи тканей являются одновременно соединенія, принадлежащія какъ классу ароматическихъ, такъ и къ классу жирныхъ веществъ.

124) Между этими соединеніями левцинъ и тирозинъ требуютъ особеннаго вниманія, — левцинъ какъ амміачный членъ 6-углеродной группы жирныхъ кислотъ, а тирозинъ какъ этило-амміачный членъ 7-углеродной группы ароматическихъ кислотъ. Эти два тѣла встрѣчаются одно съ другимъ при различныхъ обстоятельствахъ: прежде всего онѣ являются какъ результатъ гніенія мяса, сыра, яичнаго бѣлка, пшеничной клейковины и проч., они также были открыты въ свѣжей крови и встрѣчаются весьма постоянно въ желѣзистыхъ тканяхъ и ихъ отдѣленіяхъ, — но левцинъ въ большемъ количествѣ чѣмъ тирозинъ, такъ

что въ нѣкоторыхъ случаяхъ послѣдній былъ, вѣроятно, просмотрѣнъ. Левцинъ, въ частности, былъ найденъ въ селезенкѣ, грудной железѣ (thymus), отчего нѣкогда назывался ліениномъ и тиминомъ, въ щитовидной железѣ и въ лимфатическихъ железахъ. Въ большемъ количествѣ оба соединенія встрѣчаются въ поджелудочной железѣ и ея отдѣленіи, встрѣчаются также въ печени и желчи, въ почкахъ и мочѣ, особенно при нѣкоторыхъ патологическихъ состояніяхъ; левцинъ былъ также найденъ въ слюнныхъ и кишечныхъ железахъ и ихъ отдѣленіяхъ и наконецъ, по мнѣнію Бедекера, онъ составляетъ обыкновенную составную часть гноя.

125) Что левцинъ и тирозинъ существуютъ въ живомъ организмѣ, и не составляютъ только посмертные продукты, очевидно изъ того, что они были открыты въ мочѣ, въ отдѣленіи поджелудочной железы, а левцинъ, кромѣ того,—въ гноѣ и слюнѣ живыхъ животныхъ. Но это не все. Давно уже Делярю показалъ, что тирозинъ находится готовымъ въ сухой кошенили; а Штеделеръ растираніемъ различныхъ живыхъ животныхъ, со смѣсью изъ толченаго стекла и алкоголя, пришелъ къ убѣжденію, что тирозинъ и левцинъ существуетъ во всѣхъ безпозвоночныхъ, исключая классъ инфузорій. Такимъ образомъ доказано, что левцинъ и тирозинъ весьма широко распространены въ природѣ. До-сихъ-поръ они однако еще не открыты въ мясномъ сокѣ, что впрочемъ не покажется удивительнымъ, если

вспомнить, что даже присутствіе мочевины, несомнѣннаго продукта мышечнаго превращенія, еще не доказано удовлетворительнымъ образомъ въ здоровой мышечной ткани, вѣроятно по причинѣ быстраго удаленія ея кровью.

126) Искусственно левцинъ и тирозинъ можно получить не только изъ мяса, но также изъ бѣлковинной крови, яичнаго бѣлка, клейковины, казеина или сыра, желатины, хандрина, эластической ткани, рога, ногтей, перьевъ, иголъ ежа, надкрыльевъ майки и проч. и проч. тѣмъ или другимъ изъ двухъ хорошо извѣстныхъ способовъ косвеннаго окисленія; одинъ изъ нихъ состоитъ въ продолжительномъ кипяченіи вышепоименованныхъ веществъ съ какою-нибудь минеральною кислотою, а другой—въ осторожномъ сплавливаніи ихъ съ ѣдкой щелочью. Въ принципѣ эти два, повидимому, противоположные процеса одинаковы. Въ томъ и въ другомъ случаѣ кислота или щелочь дѣлаютъ протеинъ или желатиновое вещество способными вступать въ реакцію съ водой H_2O, вслѣдствіе чего одна часть ихъ окисляется въ левцинъ, тирозинъ и проч., а другая, соединяясь съ водородомъ, превращается въ различные продукты. Характеръ этого дѣйствія лучше всего можно понять, разсматривая его на какомъ-нибудь довольно простомъ и хорошо извѣстномъ веществѣ, какъ напримѣръ на бензойномъ альдегидѣ или эфирномъ маслѣ горькихъ миндалей. Когда это тѣло обрабатывается ѣдкимъ кали, то одна половина его окисляется въ

бензойную кислоту, являющуюся въ видѣ бензойно-кислой щелочи, а другая, соединяясь съ водородомъ, превращается въ бензойный алкоголь, какъ я сказалъ нѣсколько минутъ тому назадъ:

Бензойн. альдегидъ		Вода		Бенз. кисл.		Бенз. алкоголь
$2\,C_7H_6O$	$+$	H_2O	$=$	$C_7H_6O_2$	$+$	C_7H_8O

Если же щелочь употребляется въ избыткѣ и допускается болѣе сильная реакція, то водородъ, не входя ни въ какое соединеніе, освобождается въ газообразной формѣ:

Бензойн. альдегидъ		Вода		Бензойн. кисл.		Водородъ
C_7H_6O	$+$	H_2O	$=$	$C_7H_6O_2$	$+$	H_2

При сплавливаніи вышеупомянутыхъ животныхъ веществъ съ ѣдкой щелочью освобождается большее или меньшее количество газообразнаго водорода, происшедшаго вслѣдствіе разложенія воды ткани, тогда какъ при кипяченіи ихъ съ минеральной кислотою, водородъ не освобождается, а производитъ нѣкоторыя до-сихъ-поръ еще неизслѣдованныя соединенія. Кислородъ же разложившейся воды производитъ въ обоихъ случаяхъ образованіе левцина и тирозина.

127) Такимъ образомъ заключеніе, что азотная ткань содержитъ нѣчто, относящееся къ группѣ жирныхъ и нѣчто, относящееся къ группѣ ароматическихъ ве-

ществъ, — заключеніе, внушенное результатами прямаго окисленія этой ткани перекисью марганца или хромовою кислотою, подтверждается результатами косвеннаго окисленія ея посредствомъ кислотъ и щелочей. Изъ жирныхъ соединеній мы получаемъ въ одномъ случаѣ капроновую кислоту, въ другомъ амидо-капроновую кислоту или левцинъ; изъ ароматическихъ же соединеній получается въ первомъ случаѣ бензойная кислота, а во второмъ этил.-амидо-салициновая кислота или тирозинъ. Теперь разсмотримъ составъ и взаимное отношеніе этихъ амидовыхъ тѣлъ.

Исходя отъ первичныхъ жирныхъ кислотъ, мы можемъ получить слѣдующіе ряды хлорныхъ производныхъ:

Жирныя кислоты		Производныя	
$C\,H_2\,O_2$	Муравьин.	$C\,H\,Cl\,O_2$	Хлоро-муравьин. кисл.
$C_2\,H_4\,O_2$	Уксусная	$C_2\,H_3\,Cl\,O_2$	Хлоро-уксусная —
$C_3\,H_6\,O_2$	Пропіон.	$C_3\,H_5\,Cl\,O_2$	Хлоро-пропіонов. —
$C_4\,H_8\,O_2$	Масляная	$C_4\,H_7\,Cl\,O_2$	Хлоро-масляная —
$C_5\,H_{10}\,O_2$	Валеріан.	$C_5\,H_9\,Cl\,O_2$	Хлоро-валеріанов. —
$C_6\,H_{12}\,O_2$	Капронов.	$C_6\,H_{11}\,Cl\,O_2$	Хлоро-капроновая —

Теперь, если въ каждой изъ этихъ производныхъ кислотъ мы замѣнимъ остатокъ хлористоводородной кислоты, или Cl, остаткомъ воды, или HO, то мы получимъ новый рядъ кислотъ; если же замѣнимъ его остаткомъ амміака, или H_2N, то получимъ рядъ амидовъ:

β — **Кислоты.**		γ — **Амиды.**	
$CH\,(HO)O_2$	Угольная	$CH\,(H_2N)O_2$	Карбаминовый?
$C_2H_2(HO)O_2$	Гликоленая.	$C_2H_3(H_2N)O_2$	*Гликоколь.*
$C_3H_5(HO)O_2$	Молочная.	$C_3H_5(H_2N)O_2$	Аланинъ.
$C_4H_7(HO)O_2$	Бутилактиновая	$C_4H_7(H_2N)O_2$	Булатинъ.
$C_5H_9(HO)O_2$	Фациновая.	$C_5H_9(H_2N)O_2$	Фацинъ.
$C_6H_{11}(HO)O_2$	Левциновая.	$C_6H_{11}(H_2N)O_2$	*Левцинъ.*

За исключеніемъ одноуглеродныхъ соединеній, которыхъ свойства и въ другихъ случаяхъ часто отличаются отъ свойствъ ихъ болѣе сложныхъ гомологовъ, мы находимъ, что β — кислоты и γ — амиды можно получить изъ соотвѣтствующихъ жирныхъ кислотъ при посредствѣ ихъ α — хлорныхъ производныхъ, какъ описано выше. Далѣе, за исключеніемъ опять одноуглеродныхъ соединеній, мы получаемъ β — кислоты, дѣйствуя на разные γ — амиды азотистою кислотою, а дѣйствуя на нихъ какимъ-нибудь электро-отрицательнымъ хлоридомъ и водою получаемъ α — хлорныя кислоты, превращающіяся въ нормальныя дѣйствіемъ освобождающагося водорода. Слѣдовательно отношеніе гликоколя къ гликолевой и хлоро-уксусной кислотамъ, а левцина къ левциновой и хлоро-капроновой, есть тоже что отношеніе амміака HH_2N къ водѣ HHO и къ хлористоводородной кислотѣ HCl, какъ я подробно объяснялъ вамъ въ первой лекціи.

128) О гликоколѣ я упоминалъ уже нѣсколько разъ. Онъ получается вмѣстѣ съ левциномъ и тирозиномъ отъ дѣйствія кислотъ или щелочей на азотистыя ткани, въ особенности на ткань, дающую желатину, отчего и произошло его первоначальное названіе желатиннаго сахара. Онъ встрѣчается какъ составная часть саркозина и креатина, а также гиппуровой и гликоколевой кислотъ. Аланинъ получается обработкою уксуснаго альдегида водною синильною кислотою, такъ точно какъ левцинъ получается изъ валеріановаго альдегида, о чемъ я упоминалъ въ первой лекціи. По аналогіи, аланинъ его слѣдовало-бы назвать лактиномъ, но это названіе присвоено другому тѣлу, именно молочному сахару $C_6H_{12}O_6$, котораго формула, какъ вы видите, есть какъ удвоенная формула молочной кислоты $C_3H_6O_3$, такъ или иначе весьма близкой къ этому сахару. Замѣчательно, что тогда какъ молочная кислота существуетъ въ столь значительномъ количествѣ въ мясномъ сокѣ, въ желудочномъ сокѣ и проч., аланинъ, который есть не болѣе какъ амміачная форма этой кислоты, не найденъ ни въ одномъ естественномъ или искусственномъ продуктѣ животной ткани. Относительно булатина, я не знаю, полученъ-ли онъ какимъ-бы то ни было образомъ, а фацинъ, только въ одномъ случаѣ былъ найденъ Горунъ-Безанесомъ въ поджелудочной железѣ быка. Левцинъ же, какъ я уже прежде замѣтилъ, существуетъ естественно во многихъ животныхъ и растительныхъ тѣлахъ и можетъ быть добытъ изъ нихъ искусственно.

129) Приступая къ изученію строенія тирозина, насъ прежде всего поражаетъ большое сходство его формулы съ формулой гиппуровой кислоты. Вы легко замѣтите, что частица тирозина отличается, по элементарному составу, отъ частицы гиппуровой кислоты только излишкомъ двухъ атомовъ водорода,

$C_9H_9NO_3$ Гиппуровая кислота.
$C_9H_{11}NO_3$ Тирозинъ.

Такъ какъ сложныя частицы составлены изъ остатковъ различныхъ болѣе простыхъ частицъ, то можетъ случиться и, дѣйствительно, нерѣдко случается, что числа атомовъ углерода, водорода, кислорода и азота, въ двухъ или болѣе сложныхъ тѣлахъ весьма близки и даже одинаковы; между-тѣмъ какъ эти тѣла составлены изъ весьма различныхъ остатковъ, такъ что ближайшій составъ ихъ совершенно различенъ. Этого нельзя однако сказать о гиппуровой кислотѣ и тирозинѣ. Каждое изъ этихъ тѣлъ составлено изъ трехъ составныхъ остатковъ: остатка амміака, 2-углероднаго остатка, принадлежащаго къ классу жирныхъ и 7-углероднаго остатка, относящагося къ классу ароматическихъ веществъ. Что ароматическій остатокъ тирозина отличается, однако, отъ ароматическаго остатка гиппуровой кислоты тѣлъ, что принадлежитъ къ салициновымъ, а не бензойнымъ соединеніямъ, — это очевидно по многимъ соображеніямъ, указаннымъ Шмиттомъ и Нассе, которыхъ недавно опубликованные

взгляды на строеніе тирозина, если и не абсолютно доказаны, то на столько вѣроятны и такъ подтверждаются другими фактами, что оставляютъ въ насъ весьма малую долю сомнѣнія относительно ихъ полной достовѣрности. Такъ тирозинъ сходенъ съ другими салициновыми соединеніями въ характеристическомъ свойствѣ давать феноль при перегонкѣ, хлораниль при дѣйствіи на него хлоромъ и, при извѣстной обработкѣ, окрашивать желѣзныя соли въ пурпуровый цвѣтъ. Послѣднее свойство составляетъ хорошо извѣстную реакцію Пиріа на тирозинъ. По Шмитту и Нассе изъ салициновыхъ соединеній въ составъ тирозина входитъ салициновая кислота, формула которой отличается отъ формулы бензойной кислоты однимъ прибавочнымъ атомомъ кислорода. Кромѣ того, бензойная кислота изомера съ салициновымъ альдегидомъ, а салициновая кислота съ алтелиновою или аксибензойною кислотой:

$C_7H_6O_2$ Бензойная кислота и салициновый альдегидъ.
$C_7H_6O_3$ Алтелиновая кислота и салициновая кислота.

130) Принимая во вниманіе естественную исторію салициновыхъ соединеній, салицинъ представляется глюкозидомъ салициноваго алкоголя, а спирейное масло составляетъ салициновый альдегидъ, тогда какъ въ гоултеровомъ маслѣ содержится значительное количество салицино-метиловаго эфира, какъ я уже упоминалъ прежде. Нѣкоторыя салициновыя соединенія являют-

ся, кромѣ того, какъ составныя части индиго C_6H_5NO, что видно изъ слѣдующаго соображенія. Когда, напримѣръ, мы подвергаемъ индиго разложенію, прежде всего дѣйствію реагента подвергается его единственный атомъ азота и одинъ изъ восьми атомовъ углерода; на этомъ основаніи, соединяя подвижной атомъ углерода съ азотомъ, мы можемъ отнести индиго къ 7-углеродному или салициновому типу, и написать его формулу такъ:

$C_7H_5(CN)O$ Индиго или ціановый саликоль.

Далѣе, долговременное кипяченіе индиго съ окисляющими веществами и обработываніе салициновой кислоты крѣпкою азотною кислотою, доставляетъ одинъ и тотъ же продуктъ, называемый аниловой, индиговой или нитро-салициновой кислотою:

Индиго.	Кислородъ.	Аниловая кисл.	Угле-ангидридъ.
$C_7H_5(CN)O$ +	O_6	$=C_7H_5(NO_2)O_3$ +	CO_2

Салицин. кисл.	Азотн кисл.	Нитро-салиц. кисл.	Вода.
$C_7H_6O_3$ +	$(NO_2)HO$	$= C_7H_5(NO_2)O_3$	$+ H.HO.$

При осторожномъ сплавливаніи индиго съ ѣдкой щелочью, оно одновременно подвергается окисленію и соединенію съ водою, вслѣдствіе чего превращается въ антраниловую кислоту.

Индиго.	Вода.	Кислородъ.	Антрапил. кисл.	Угле-ангид.
$C_7H_5(CN)O$ +	H_2O +	O_2	= $C_7H_5(H_2N)O_2$ +	CO_2

Если же реакція происходитъ сильнѣе, то получается салициновая кислота

Индиго.	Вода.	Кислородъ.	Салициновая кисл.	Угле-ангид.	Аммiакъ.
$C_7H_5(CN)O$ + 2	H_2O +	O_2	= $C_7H_5(HO)O_2$ +	CO_2 +	H_3N

Вы замѣчаете, что антрапиловая и салициновая кислоты даютъ намъ новый примѣръ соотношенія существующаго между амидовыми и гидратными соединеніями, на что я такъ часто указывалъ.

Видя изъ наблюденій и изслѣдованій Проута, Геллера, Гассаля, Шерера, Шенка и др., что въ человѣческой мочѣ нерѣдко отлагается самопроизвольно индиго и что она обыкновенно содержитъ индиго, дающее вещество, извѣстное подъ названіемъ индикана который есть, вѣроятно, глюкозидъ бѣлаго индиго, — мы приходимъ къ заключенію, что тогда какъ салициновый остатокъ въ формѣ тирозина есть постоянный продуктъ естественнаго и искусственнаго окисленія азотистой ткани, другой салициновый остатокъ въ формѣ индиго или индикана, есть столь же обыкновенная составная часть отдѣленія, посредствомъ котораго преимущественно выдѣляются продукты разру-

шенія азотистыхъ тканей. Существованіе индиго въ мочѣ даетъ намъ кромѣ того новый примѣръ взаимной зависимости растительной и животной химіи, какъ видно изъ тѣснаго соотношенія и даже тождества многихъ продуктовъ, образующихся въ растительныхъ и животныхъ организмахъ.

131) Другой замѣчательный физіологическій фактъ, относящійся къ салициновымъ соединеніямъ, есть появленіе ихъ въ мочѣ въ формѣ салицилуровой кислоты. Извѣстно, что принятые внутрь бензойный альдегидъ и бензойная кислота, являются въ мочѣ въ формѣ гликобензойной или гиппуровой кислоты $C_9H_9NO_3$, и нѣтъ никакого сомнѣнія, что нѣкоторое количество гиппуровой кислоты, отдѣляемой травоядными и всеядными, происходитъ отъ бензойныхъ соединеній, содержащихся въ пищѣ. Также точно, при принятіи внутрь салицина, салициноваго альдегида или салициновой кислоты появляется въ мочѣ глико-салициновая или салицилуровая кислота $C_9H_9NO_4$, легко разлагающаяся на гликоколь и салициновую кислоту, подобно тому какъ гиппуровая кислота разлагается на гликоколь и бензойную кислоту. Отсюда видно, что на салицилуровую и салициновую кислоты мы должны смотрѣть какъ на нормальныя составныя части мочи бобра, любимую пищу котораго составляетъ, какъ извѣстно, ивовая кора. Присутствіе салициновыхъ соединеній въ бобровой струѣ (castoreum) зависитъ, безъ сомнѣнія, также отъ пищи бобра. Кромѣ того бобро-

вая струя содержитъ феноль или креозотъ каменноугольнаго дегтя, который по Штеделеру и другимъ есть обыкновенная составная часть человѣческой мочи, отъ которой много зависитъ характеристическій запахъ мочи. Отношеніе же феноля къ салициновой кислотѣ очень просто. При извѣстныхъ условіяхъ салициновая кислота разлагается на феноль и углеангидридъ, которые при другихъ условіяхъ снова соединяются въ салициновую кислоту,

Феноль.		Угле-ангидр.		Салициновая кисл.
C_6H_6O	+	CO_2	=	$C_7H_6O_3$.

Если вспомнить, что темно-бурая моча, или принимающая этотъ цвѣтъ вслѣдствіе окисленія, содержитъ пигментъ сродный съ индиго, и что такая же бурая моча является послѣ внутренняго или наружнаго употребленія феноля, креозота, каменноугольнаго дегтя и проч., то взаимное отношеніе между салициновыми и феноловыми соединеніями пріобрѣтаетъ значительный патологическій интересъ. Феноль можетъ быть разсматриваемъ какъ основное ядро не только салициновыхъ соединеній, но также тирозина и индиго, изъ которыхъ онъ получается. Кромѣ того, при обработкѣ хлоромъ всѣ четыре тѣла даютъ въ окончательномъ результатѣ одинъ и тотъ же 6-углеродный продуктъ, именно хлораниль $C_6Cl_4O_2$ или хлористый хиналь.

132) Теперь намъ остается только познакомиться съ элементарнымъ составомъ тирозина и его аналогіей съ гиппуровой кислотой. Исходя отъ воды и аммiака, мы имѣемъ слѣдующія алкогольныя производныя.

Гидраты		Алины	
$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$	водный	$\left.\begin{matrix}H\\H\ H\end{matrix}\right\}N$	Гидраминъ
$\left.\begin{matrix}H\\CH_3\end{matrix}\right\}O$	Метиловый	$\left.\begin{matrix}H\\CH_3\ H\end{matrix}\right\}N$	Метиламинъ
$\left.\begin{matrix}H\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$	Этиловый	$\left.\begin{matrix}H\\C_2H_5\ H\end{matrix}\right\}N$	Этиламинъ

Теперь, замѣняя одинъ атомъ водорода уксусной кислоты или одинъ атомъ хлора хлороуксусной кислоты остаткомъ воды HO, мы получаемъ гликолевую или окси-уксусную кислоту; замѣняя ихъ остаткомъ амміака HHN, получаемъ амидо-уксусную кислоту, или гликоколь; замѣняя же ихъ остаткомъ метиламина, CH_3HN, получаемъ метиламидо-уксусную кислоту, или метиловый гликоколь, или саркозинъ, и наконецъ, замѣняя ихъ остаткомъ этиламина C_2H_5HN, получаемъ этиламидо-уксусную кислоту, или этиловый гликоколь, такъ:

Производныя уксусной кислоты:

$C_2 H_4 O$	Уксусная кислота.
$C_2 H_3 O_2 (Cl)$	Хлороуксусная кислота.
$C_2 H_3 O_2 (HO)$	Гликолевая кислота.
$C_2 H_3 O_2 (H_2 N)$	Гликоколь.
$C_2 H_3 O_2 (C H_4 N)$	Саркозинъ или метиловый гликоколь.
$C_2 H_3 O_2 (C_2 H_6 N)$	Этиловый гликоколь.

Составъ и взаимное отношение этихъ тѣлъ доказаны какъ синтезомъ такъ и анализомъ. Что касается до тирозина, то мы знаемъ только его разложенiе, изъ котораго, кажется, слѣдуетъ заключить согласно Шмитту и Нассе, что онъ изъ естественныхъ продуктовъ всего болѣе сходенъ съ саркозиномъ или метиловымъ гликоколемъ, а еще болѣе сходства представляетъ съ искуственнымъ этиловымъ гликоколемъ Гейнтца. Подобно тому какъ саркозинъ есть уксусная кислота, въ которой одинъ атомъ водорода замѣненъ остаткомъ метиламина, такъ тирозинъ есть салициловая кислота, въ которой одинъ атомъ водорода замѣщенъ остаткомъ этиламина,

$C_2H_3(CH_3HN)O_2$ Саркозинъ, или метиламидо-уксус. кисл.
$C_7H_5(C_2H_5HN)O_2$ Тирозинъ, или этиламидо-салицин. кисл.

133) Наконецъ, взявъ въ соображенiе, что Дессэнь получилъ гиппуровую кислоту, замѣнивъ одинъ атомъ

хлора въ хлоро-бензойномъ альдегидѣ $C_7 H_5 (Cl) O$ остаткомъ гликоколя ($C_2 H_3 O_2 H N$), мы можемъ показать взаимное отношенiе гиппуровой кислоты и тирозина и отношенiе ихъ къ бензойной и персалициновой кислотамъ слѣдующими формулами, въ которыхъ скобки употреблены просто для того, чтобы показать части первоначальныхъ и производныхъ тѣлъ, участвующiя въ процессѣ замѣщенiя.

Бензойная кислота.	Гиппуровая кислота.
$C_7 H_5 (H O) O$	$C_7 H_5 (C_2 H_3 O_2 H N) O$
Персалициновая кислота.	Тирозинъ.
$C_7 H_5 (H O) O_3$	$C_7 H_5 (C_2 H_5 H N) O_3$.

Косвеннымъ путемъ этиламинъ превращается въ гликоколь посредствомъ окисленiя; тогда какъ салициновая кислота, раскисленiемъ, превращается въ бензойную кислоту; другими словами, жирная дву-углеродная составная часть гиппуровой кислоты болѣе окислена, а ея ароматическая семиуглеродная составная часть менѣе окислена, чѣмъ соотвѣтствующiя тирозина (*). Слѣдовательно, нѣтъ сомнѣнiя, что естественное происхожде-

(*) Опыты Барсо (Barth), произведенные послѣ прочтенiя этой лекцiи, сдѣлали вѣроятнымъ, что ароматическая составная часть тирозина не есть обыкновенная салициновая кислота, и особенная разновидность, или изомеръ ея, извѣстный подъ названiемъ пароксибензойной кислоты.

ніе обоихъ тѣлъ при превращеніи тканей имѣетъ мѣсто при различныхъ условіяхъ. Появленіе ихъ въ мочѣ вмѣстѣ съ индиго и фенолемъ, подтверждаетъ выведенное уже нами заключеніе, именно, что каково-бы ни было химическое строеніе азотистой ткани, ея частица содержитъ одну или болѣе группъ тѣлъ, принадлежащихъ къ классу жирныхъ веществъ и дающихъ продукты окисленія ихъ, а также одну или болѣе группъ тѣлъ, принадлежащихъ къ классу ароматическихъ веществъ и дающихъ соотвѣтствующіе продукты окисленія. Въ слѣдующей лекціи я разсмотрю ближайшій составъ мочевой кислоты и сродныхъ съ нею тѣлъ.

Лекція VI.

Мочевая кислота.—Ея выдѣленіе въ животномъ царствѣ. — Исторія химическаго изслѣдованія ея.—Ея разложимость только окисленіемъ. — Вѣроятное предсуществованіе въ ней мочевины.—Раздѣленіе мочевокислыхъ продуктовъ на ануреиды, одноуреиды и двууреиды. — Также на углеродныя, щавелевыя и мезоксалевыя соединенія.—Окисленіе мезоксалевой кислоты въ щавелевую и щавелевой въ угольную.—Уреиды, происходящіе отъ освобожденія одного или двухъ атомовъ воды.— Углеродныя, щавелевыя и мезоксалевыя соединенія, полученныя присоединеніемъ водорода.—Таблица мочево-кислыхъ продуктовъ.—Дополнительныя промежуточныя и амидовыя тѣла.—Щавелевыя одно и двууреиды.— Мезоксалевыя одноуреиды въ соединеніи съ барбитуровой кислотой. — Мезоксалевыя двууреиды, включая гипоксантинъ, ксантинъ и мочевую кислоту.—Ихъ взаимная превратимость.—Отношеніе ксантина къ гуанину.—Псевдо-мочевые и ураксановая кислоты.—Мочевая кислота, разсматриваемая какъ простое соединеніе окиси углерода и мочевины. — Выдѣленіе мочевокислаго амміака птицами и насѣкомыми. — Сравненіе динамическаго значенія окисленія въ мочевую кислоту и окисленія въ мочевину. — Выдѣленіе почками мочевой кислоты дополняетъ отправленіе легкихъ.— Превращенія тканей подъ вліяніемъ измѣняющихъ лекарствъ.—Дѣятельность слабо соединеннаго кислорода. — Окись азота какъ носи-

тель дѣятельнаго кислорода.—Сравненіе юда съ перекисью азота.—Сходства и различія между іодомъ и хлоромъ.—Ихъ окисляющее дѣйствіе въ присутствіи воды. — Свободный хлоръ дѣятельнѣе іода, и связанный юдъ подвижнѣе хлора. — Возстановляющее дѣйствіе іодистоводородной кислоты.—Дѣйствіе юда, какъ измѣняющаго лекарства, зависитъ отъ его химической подвижности. — Подобный характеръ мышьяка, ртути и проч.—Вліяніе щелочей на окисленіе тканей. —
Опыты Гаруна-Безалеца съ озономъ. — Заключеніе.

134) Изъ всѣхъ невполнѣ окисленныхъ продуктовъ превращенія тканей, мочевая кислота, я полагаю, есть самый важный, какъ съ физіологической и патологической, такъ и съ чисто химической точки зрѣнія. Въ соединеніи, преимущественно съ амміакомъ, она составляетъ главную составную часть мочи насѣкомыхъ, пресмыкающихся и птицъ. Въ нормальной человѣческой мочѣ она находится только въ маломъ количествѣ, еще въ меньшемъ существуетъ она въ мочѣ хищныхъ животныхъ, въ мочѣ травоядныхъ и всеядныхъ четвероногихъ животныхъ если она и существуетъ, то въ чрезвычайно незначительномъ количествѣ. По утвержденію многихъ изслѣдователей она постоянно встрѣчается въ сокахъ селезенки, печени, легкихъ и мозгѣ у человѣка. Слѣды ея замѣчены также въ нормальной крови человѣка; при нѣкоторыхъ же болѣзняхъ, какъ при альбуминуріи, и въ особенности при ломотѣ, количество ея въ крови значительно увеличивается. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ ломоты она находится во всѣхъ

жидкостяхъ тѣла и въ нѣкоторыхъ въ такомъ количествѣ, что онѣ образуютъ отложенія мочевокислаго натра, извѣстныя подъ названіемъ ломотныхъ или артритическихъ. Едва-ли нужно мнѣ упоминать вамъ о томъ, что при болѣе или менѣе сильныхъ разстройствахъ здоровья, нерѣдко выдѣляется почками мочевая кислота въ значительно большемъ количествѣ противъ нормальнаго, а также объ ея отношеніяхъ въ формѣ мочевыхъ осадковъ почечнаго песка и мочевыхъ камней. Эта кислота, какъ показываетъ ея формула $C_5 N_4 H_4 O_3$, состоитъ только изъ 16 элементарныхъ атомовъ и, слѣдовательно, по ея составу, представляетъ тѣло, гораздо болѣе простое чѣмъ многія, нами уже разсмотрѣнныя. Однако опредѣленіе ея ближайшаго строенія было довольно долгое время неразрѣшимой задачей, да и теперь еще нельзя сказать, чтобы она была рѣшена вполнѣ удовлетворительно.

135) Мочевая кислота открыта въ 1776 году знаменитымъ шведскимъ химикомъ Шевле; но подробно изслѣдована она въ первый разъ Либихомъ и Вёлеромъ, усиліями которыхъ были приготовлены и изучены между-прочимъ аллоксантинъ, аллоксановая кислота, діалуровая кисл., урамиль, мезоксалевая кисл., аллантоинъ, микомелевая кислота, парабановая кисл. и проч. Ихъ замѣчательный трудъ, изданный въ 1838 г., послужилъ основаніемъ для всѣхъ послѣдующихъ пріобрѣтеній науки. Предшественниками ихъ были Бруньятелли и Праутъ, открывшіе аллоксанъ и мурексидъ, а послѣдователями пре-

имущественно Шлиперъ, Пелузъ, Фрицше, Грегори и Глазивецъ. Къ числу же открытыхъ тѣлъ, Шлиперъ присоединилъ левкотуровую, аллитуровую, дилитуровую, гидантовую, гидуриловую и аллантуровую или лантануровую кислоты, изъ которыхъ послѣдняя открыта также Пелузомъ. Въ 1853 году Гергардтъ въ своемъ знаменитомъ «Traité de Chimie organique» далъ весьма полный отчетъ объ извѣстныхъ тогда продуктахъ мочевой кислоты, и, раздѣливъ ихъ на двѣ, ясно опредѣленныя естественныя группы, много упростилъ пониманіе ихъ происхожденія и превращеній. Изъ послѣдующихъ изслѣдователей Штрекеръ значительно расширилъ наши знанія, а Бейеръ увеличилъ списокъ соединеній открытіемъ псевдо-мочевой, гидантоиновой, віолантиновой, віолуровой и барбитуровой кислотъ, изъ которыхъ послѣдняя весьма замѣчательна; вмѣстѣ съ тѣмъ онъ пролилъ много свѣта на природу тѣлъ, прежде открытыхъ Шлиперомъ. Мало того, принявъ за основаніе классификацію Гергардта и разсматривая старые и новые продукты съ точки зрѣнія новѣйшей химіи, онъ обнародовалъ самый полный и связный отчетъ о соединеніяхъ мочевокислой группы. Взглядъ, который я намѣренъ изложить вамъ и который кажется мнѣ болѣе понятнымъ, въ принципѣ мало отличается отъ взгляда Бейера, и въ его выполненіи я многимъ обязанъ послѣднему. Я отличаюсь отъ него только тѣмъ, что, не разсматривая молекулярнаго состава различныхъ соединеній, ограничусь, какъ и въ прежнихъ лекціяхъ,

только вопросами объ ихъ происхожденіи и взаимномъ отношеніи.

136) Я уже говорилъ вамъ, что большее число сложныхъ органическихъ тѣлъ составлено изъ остатковъ сравнительно простыхъ частицъ, что гиппуровая кислота, напримѣръ, составлена изъ остатковъ бензойной кислоты и гликоколя, тирозинъ изъ остатковъ салициновой кислоты и этиламина; сами же гликоколь и этиламинъ содержатъ остатокъ амміака и остатокъ гликолевой кислоты или алкоголя. Мочевая кислота составлена, очевидно, такимъ же образомъ и содержитъ остатки различныхъ составныхъ частицъ. Но непреодолимое до-сихъ-поръ затрудненіе для опредѣленія точнаго состава ея состоитъ въ томъ, что она никогда не могла быть разложена на тѣ частицы, представителями которыхъ служатъ ея составные остатки, а только на окисленные или, скорѣе, лишенные водорода, продукты этихъ частицъ. Если къ мочевой кислотѣ присоединить одинъ атомъ кислорода, достаточный для окисленія двухъ атомовъ ея водорода, то она разлагается съ величайшей легкостью, тогда какъ безъ этого прибавочнаго атома кислорода она до-сихъ-поръ еще не могла быть разложена. Изъ формулы мочевой кислоты $C_5 N_4 H_4 O_3$ вы видите, что она содержитъ 5 атомовъ углерода и 4 атома азота; тогда какъ мочевина содержитъ только 1 атомъ углерода и 2 атома азота. Поэтому, когда лишенная водорода мочевая кислота подвергается полному разложенію чрезъ погло-

щеніе воды, то она распадается на двѣ частицы мочевины (содержащія $C_2 N_4$) и одну частицу безъазотной 3-углеродной кислоты. Но намъ еще неизвѣстно: предсуществуютъ-ли въ мочевой кислотѣ остатки двухъ частицъ мочевины, и только 3-углеродная кисл. получается, какъ продуктъ лишенія водорода; или же наоборотъ, остатокъ, полученный въ результатѣ 3-углеродной кислоты предсуществуетъ въ мочевой кислотѣ, а два атома мочевины образуются вслѣдствіе потери водорода. Большая стойкость мочевой кислоты при обработкѣ даже сильными кислотами и щелочами, говоритъ противъ предсуществованія въ ней остатковъ мочевины, потому что во всѣхъ тѣлахъ, несомнѣнно содержащихъ остатки мочевины, они очень легко отдѣляются, или разлагаются. Съ другой стороны, допущеніе предсуществованія остатковъ мочевины весьма много облегчаетъ пониманіе разложеній мочевой кислоты; поэтому, имѣя въ виду общее согласіе химиковъ, мы можемъ допустить это предположеніе.

137) Какъ-бы то ни было, но когда мочевая кислота подвергается дѣйствію какого-нибудь окисляющаго средства въ присутствіи воды, то она уступаетъ ему два атома водорода, а лишенный водорода продуктъ, соединяется съ водою и образуетъ мезоксалевую кислоту и мочевину. Употребляя какъ окисляющее средство хлоръ, мы получаемъ слѣдующую реакцію:

Хлоръ.	Мочевая. кислота.	Вода.	Мезоксал. кислота.	Мочевина.	Хлористовод. кисл.

$$Cl_2 + C_5N_4H_4O_3 + 4H_2O = C_3H_2O_5 + 2CN_2H_4O + 2HCl$$

Или, предполагая, что соединеніе съ водою происходитъ послѣ отнятія водорода хлоромъ:

Лишенная водорода мочевая кислота.	Вода.	Мезоксалев. кислота.	Мочевина.

$$C_5 N_4 H_2 O_3 + 4 H_2 O = C_3 H_2 O_5 + 2 C N_2 H_4 O$$

Въ обоихъ уравненіяхъ предполагается, что оба атома мочевины одновременно отдѣлились отъ мезоксалевой кислоты; но въ дѣйствительности ихъ отдѣленіе происходитъ послѣдовательно, въ два пріема; сначала образуется аллоксанъ, потомъ онъ разлагается, такъ:

Лишенная водор. мочевая кислота.	Вода.	Аллоксанъ.	Мочевина.

$$C_5 N_4 H_2 O_3 + 2 H_2 O = C_4 N_2 H_2 O_4 + C N_2 H_4 O$$

Аллоксанъ.	Вода.	Мезоксал. кисл.	Мочевина.

$$C_4 N_2 H_2 O_4 + 2 H_2 O = C_3 H_2 O_5 + C N_2 H_4 O$$

Мы имѣемъ, какъ видите, три мезоксалевыхъ соединенія: 1) безъазотную кислоту, 2) соединеніе кислоты съ однимъ атомомъ мочевины безъ $2H_2O$ и на-

конецъ 3) соединеніе кислоты съ двумя атомами мочевины безъ 4 H_2O, такъ:

Мезоксалевая кислота.	Аллоксанъ.	Лишенная водорода мочевая кислота.
$C_3H_2O_5$	$C_4N_2H_2O_4$	$C_5N_4H_2O_3$

Присоединяя водородъ къ мезоксалевой кислотѣ, мы получимъ тартроновую кислоту $C_3H_4O_5$, а дѣлая тоже самое съ аллоксаномъ, получимъ діалуровую кислоту $C_4N_2H_4O_4$; оба эти тѣла имѣютъ къ мочевой кислотѣ такое-же отношеніе, какое мезоксалевая кислота и аллоксанъ къ лишенной водорода мочевой кислотѣ, такъ:

Тартроновая.	Діалуровая.	Мочевая.
$C_3H_4O_5$	$C_4N_2H_4O_4$	$C_5N_4H_4O_3$

и точно такъ, какъ наша гипотетическая лишенная водорода мочевая кислота даетъ мезоксалевую кислоту и аллоксанъ, такъ настоящая мочевая кислота даетъ намъ тартроновую и діалуровую кислоты.

На самомъ дѣлѣ, однако, эти тѣла не получаются при простомъ разложеніи мочевой кислоты, а только присоединеніемъ водорода къ мезоксалевой кислотѣ и аллоксану, которые происходятъ отъ распаденія лишеннаго водорода продукта ея. Не смотря однако на этотъ пробѣлъ опыта, мы можемъ покуда, какъ было уже сказано, смотрѣть на діалуровую и мочевую кислоты какъ на тартроновый уреидъ и тартроновый двууреидъ.

138) Различныя тѣла, о которыхъ я здѣсь упомянулъ, представляются типами трехъ, ясно опредѣленныхъ классовъ. Къ тому или другому изъ нихъ относится, за весьма немногими исключеніями, все громадное число мочевокислыхъ продуктовъ. Первый классъ заключаетъ въ себѣ простыя безъазотныя кислоты или *ануреиды*, каковы тартроновая и мезоксалевыя кислоты; второй классъ заключаетъ тѣла, содержащія остатокъ кислоты и остатокъ мочевины; это *одноуреиды* какъ діалуровая кислота и аллоксанъ и наконецъ, третій классъ заключаетъ тѣла, содержащія остатокъ кислоты и два остатка мочевины; это *двууреиды*, какъ сама мочевая кислота. Сосредоточивая теперь наше вниманіе на анурендахъ, разсмотримъ ихъ происхожденіе и взаимное отношеніе. Мезоксалевая кислота, самый сложный безъазотный продуктъ, получаемый прямо изъ мочевой кислоты, занимаетъ третье мѣсто въ слѣдующемъ ряду:

Анурeиды.

CH_2O_3 Углекислота.
$C_2H_2O_4$ Щавелевая кислота.
$C_3H_2O_5$ Мезоксалевая »

Щавелевая кислота, какъ вы замѣчаете, отличается отъ углекислоты однимъ атомомъ окиси углерода CO; также точно и мезоксалевая кислота отличается отъ щавелевой однимъ атомомъ окиси углерода CO. Если

на мезоксалевую кислоту дѣйствовать освобождающимся кислородомъ O, то содержащійся въ ней лишній атомъ окиси углерода отдѣляется въ формѣ угле-ангидрида CO_2 и остается щавелевая кислота.

Мезоксал. кисл.		Кислородъ.		Угле-ангидр.		Щавел. кисл.
$C_3H_2O_5$	+	O	=	CO_2	+	$C_2H_2O_4$

Поэтому, если мочевую кислоту подвергнуть окисленію болѣе сильному, чѣмъ какое необходимо для превращенія ея въ мезоксалевую кислоту, то получается щавелевая кислота, которая можетъ являться или въ своемъ простомъ анурендномъ видѣ или въ соединеніи съ однимъ атомомъ мочевины въ видѣ одноуренда, какъ парабановая кислота, или въ соединеніи съ двумя атомами мочевины въ видѣ двууренда какъ микомелевая кислота, которая имѣетъ тоже самое отношеніе къ щавелевой кислотѣ, какое мочевая кислота къ мезоксалевой.

139) Подобно тому, какъ мы можемъ превратить мезоксалевую кислоту въ щавелевую, отдѣляя окисленіемъ излишекъ содержащейся въ ней окиси углерода, такъ и щавелевую кислоту можно превратить въ угольную тѣмъ же самымъ способомъ:

Щавелевая кисл.		Кислородъ.		Угле-ангидр.		Углекислота.
$C_2H_2O_4$	+	O	=	CO_2	+	CH_2O_3

Быстрота, съ которою окисляется щавелевая кислота, можетъ быть легко показана на опытѣ. Въ большой стаканъ я кладу нѣсколько перекиси марганца MnO_2 — соединеніе, которое легко уступаетъ одинъ изъ своихъ двухъ атомовъ кислорода, превращаясь при этомъ въ окись марганца MnO; потомъ всыпаю въ стклянку около унціи продажной щавелевой кислоты, развожу кислоту горячей водой и происшедшую смѣсь раствора и кристалловъ выливаю на окись марганца;— происходитъ чрезвычайно быстрое окисленіе щавелевой кислоты, сопровождаемое сильнымъ выдѣленіемъ углеангидрида, — газа, который мы, немного погодя, узнаемъ по его значительному относительному вѣсу, и по способности тушить огонь и мутить известковую воду. Отдѣленіе газа на первыхъ порахъ такъ сильно, что незначительное взбалтываніе можетъ заставить жидкость выбѣжать изъ сосуда; но мало-по-малу оно умѣряется, и тогда можно изслѣдовать свойства отдѣлившагося газа; если вылить нѣкоторое количество его на горящую свѣчу, то она, какъ видите, тотчасъ тухнетъ; если налить его на чистый растворъ извести, то этотъ растворъ, послѣ взбалтыванія превращается въ мутную смѣсь углекислой извести и воды. Изъ сказаннаго ясно, что если-бы мочевую кислоту подвергнуть сильнѣйшему окисленію, чѣмъ то, какое нужно для ея превращенія въ щавелевую и мезоксалевую кислоты, то мы получили-бы углекислоту, которая, подобно щавелевой и мезоксалевой, способна соединяться съ мочевиной. До-сихъ-поръ, правда, еще

не получено ни одного уреида углекислоты прямо изъ мочевой кислоты причина этого та, обработка, необходимая для полнаго окисленія мочевой кислоты, вызываетъ и отдѣленіе одной отъ другой, получающихся при этомъ углекислоты и мочевины, которыя, впрочемъ, могутъ быть получены въ соединеніи другими способами. Хорошо извѣстенъ, напримѣръ, искусственный одноуреидъ углекислоты — аллофановая кислота; однако, сколько мнѣ извѣстно, до-сихъ-поръ не было еще получено ни одного двууреида углекислоты.

140) Одноуреидъ мезоксалевой кислоты, о кототоромъ я уже говорилъ, именно аллоксанъ, образуется изъ мезоксалево-кислой мочевины выдѣленіемъ двухъ атомовъ воды. Другой уреидъ, аллоксановая кислота, отличается отъ этой соли мочевины только однимъ атомомъ воды. Подобнымъ же образомъ и щавелевая кислота даетъ два одноуреида, именно парабановую кислоту или парабанъ, аналогичный аллоксану и оксалуровую кислоту, аналогичную аллоксановой. Углекислота даетъ, напротивъ, только одинъ уреидъ, получаемый выдѣленіемъ одного только атома воды, и принадлежащій, слѣдовательно, къ одному ряду съ оксалуровой и аллоксановой кислотами,

Кислоты.	**Уреиды.**
CH_2O_3 угольная	$C_2N_2H_4O_3$ Аллофановая кислота.
	—

$C_2H_2O_4$ щавелев.	$C_3N_2H_4O_4$ Оксалуровая кислота.
	$C_3N_2H_2O_3$ Парабанъ.
$C_3H_2O_5$ мезоксал.	$C_4N_2H_4O_5$ Аллоксановая кислота.
	$C_4N_2H_2O_4$ Аллоксанъ.

Подобнымъ образомъ и между двууреидами одни образуются изъ соотвѣтственныхъ имъ одноуреидовъ освобожденіемъ одного, а другіе — двухъ атомовъ воды.

141) Мезоксалевая кислота превращается раскисленіемъ въ тартроновую, какъ я уже замѣтилъ; а продолжая раскисленіе долѣе, получимъ малоновую кислоту; обѣ онѣ способны образовать одно- и двууреиды. Подобнымъ образомъ и щавелевая и угольная кислоты даютъ различные, сходные съ сейчасъ упомянутыми, продукты раскисленія. Если разсмотрѣть все число углекислыхъ или одноуглеродныхъ, щавелевыхъ или 2-углеродныхъ и мезощавелевыхъ или 3-углеродныхъ продуктовъ окисленія, изъ которыхъ большая часть подобно ихъ кореннымъ кислотамъ способна образовать одноуреиды освобожденіемъ одного и двухъ атомовъ воды, если обратить вниманіе на то, что эти одно-уреиды способны образовать двууреиды дальнѣйшимъ освобожденіемъ одного и двухъ атомовъ воды, то насъ не удивитъ ни огромное число и разнообразіе извѣстныхъ уже соединеній мочевокислой группы, ни открытіе многихъ новыхъ подобныхъ соединеній. Наи-

болѣе важныя изъ извѣстныхъ уже намъ соединеній, заключаются въ слѣдующей таблицѣ. Вертикально она раздѣлена на три столбца: ануреиды, одно-уреиды и двууреиды, а горизонтально на три слоя: углекислые, щавелевокислые и мезоксалевокислые продукты. Соединенія, связанныя пунктированными линіями, отличаются другъ отъ друга излишкомъ или недостаткомъ одного атома мочевины безъ одного атома воды, и тѣ, которые стоятъ на одномъ уровнѣ въ сосѣднихъ столбцахъ и не связаны пунктированными линіями, отличаются одно отъ другаго излишкомъ или недостаткомъ одного атома мочевины безъ двухъ атомовъ воды.

Ануреиды.	Одноуреиды.	Двууреиды.
CH_4O Метилевый.	$C_2N_2H_6O$ Метилъ-мочевина.	
CH_2O_3 Угольная.	$C_2N_2H_4O_3$ Аллофановая к.	
	Ацетилъ карбамидъ.	
$C_2H_4O_2$ Уксусная к.	$C_3N_2H_6O_2$ Уксусная мочев.	
$C_2H_4O_3$ Гликолевая к.	$C_3N_2H_6O_3$ Гидантовая к.	
$C_2H_4O_4$ Гліоксил. к.	— — ,	
	$C_3N_2H_4O_2$ Гидантоинъ	$C_4N_4H_6O_2$ Гликолур.
$C_2H_2O_3$ Гліоксалев.	$C_3N_2H_4O_3$ Лантануровая	$C_4N_4H_6O_3$ Аллантоинъ
$C_2H_2O_4$ Щавелевая.	$C_3N_2H_4O_4$ Оксануровая.	
		— —
		$C_4N_4H_4O_3$ Микомелевая
		— —

	$C_3N_2H_2O_3$ Парабановая.	
— — .	— — .	$C_5N_4H_4O$ Гипоксантинъ
$C_3H_4O_4$ Малоновая.	$C_4N_2H_4O_3$ Барбитуровая	$C_5N_4H_4O_2$ Ксантинъ.
		$C_5N_4H_4O_3$ Мочевая к.
$C_3H_4O_5$ Тартроновая	$C_4N_2H_4O_4$ Діалуровая.	$C_5N_4H_6O_4$ Псевдо-моч. к.
— — .	$C_4N_2H_4O_5$ Аллоксановая.	— — .
$C_3H_2O_5$ Мезоксалев.	$C_4N_2H_2O_4$ Аллоксанъ.	— — .

145) Эта таблица однако далеко не полна. Такъ, я ввелъ только одну алкоголевую мочевину, какъ типъ, именно метиловую, исключивъ ея гомологи. Я пропустилъ также уроксановую кислоту, и многія амидовыя и азотныя соединенія, къ которымъ я сейчасъ обращусь. Кромѣ того, между нѣкоторыми изъ послѣдовательныхъ одноуреидовъ, показанныхъ въ таблицѣ, существуютъ діамерныя тѣла, образующіяся соединеніемъ двухъ послѣдовательныхъ одноуреидовъ при выдѣленіи воды. Аллитуровая кислота, напримѣръ, есть соединеніе гидантоина и лантануровой кислоты, а левкотуровая кислота соединеніе лантануровой и оксануровой или парабановой кислотъ:

Аллитуровая. Вода. Гидантоинъ. Лантануровая.

$$C_6N_4H_6O_4 + H_2O = C_3N_2H_4O_2 + C_3N_2H_4O_3$$

Левкотуровая. Вода. Лантануровая. Парабановая.

$$C_6N_4H_4O_5 + H_2O = C_3N_2H_4O_3 + C_3N_2H_2O_3$$

Такимъ же образомъ между мезоксалевыми соединеніями имѣется гидуриловая кислота, которая со-

стоитъ изъ барбатуровой и діалуровой кислотъ, а аллоксантинъ изъ діалуровой и аллоксановой кислоты или аллоксана, такъ:

Гидуриловая.		Вода.		Барбитуровая.		Діалуровая.
$C_8N_4H_6O_6$	+	H_2O	=	$C_4N_2H_4O_3$	+	$C_4N_2H_4O_4$

Аллоксантинъ.		Вода.		Діалуровая.		Аллоксанъ.
$C_8N_4H_4O_4$	+	H_2O	=	$C_4N_2H_4O_4$	+	$C_4N_2H_2O_4$

143) Изъ многочисленныхъ выше приведенныхъ тѣлъ, только немногіе заслуживаютъ нашего спеціальнаго разсмотрѣнія. Гидантоиновая кислота извѣстна также подъ именемъ гликолуровой кислоты, которое, кажется, болѣе прилично. Соединеніе, названное нами лантануровой кислотой, *вѣроятно* тождественно съ аллантуровой кислотой Пелуза и также съ дифлуаломъ. Оксануровая кислота интересна потому, что ея известковая соль встрѣчается въ человѣческой мочѣ въ видѣ кристалловъ сходныхъ съ барабанной палочкой (dumb-bell) и попадающихся очень часто вмѣстѣ съ октаэдрическими кристаллами щавелевокислой извести. Что эти кристаллы могутъ состоять изъ оксалуровокислой извести, какъ утверждаетъ открывшій ихъ Гольдингъ Бердъ, — не невѣроятно, хотя это еще и не доказано положительно. Отношеніе лантануровой и оксалуровой кислотъ къ другому продукту мочевой кислоты, извѣстному подъ названіемъ оксалурамида, то

же, что отношеніе водорода и воды къ аммiаку, какъ видно изъ слѣдующей таблички:

H.H Водородъ	$C_3N_2H_3(H)O_3$	Лантануровая кисл.
H.HO Вода	$C_3N_2H_3(HO)O_3$	Оксалуровая »
$H.H_2N$ Амміакъ	$C_3N_2H_3(H_2N)O_3$	Оксалурамидъ.

Аллантоинъ есть прекрасно кристаллизующееся тѣло, существующее въ околоплодной ямѣ кости зародыша и въ мочѣ сосущихъ телятъ. Онъ былъ также замѣченъ Фрерихсомъ и Штеделеромъ въ мочѣ двухъ собакъ во время производства опытовъ надъ ихъ легкими и легко получается изъ мочевой кислоты, при окисленіи ея перекисью свинца. При разкисленіи онъ даетъ глюколурилъ (Рейнекъ). Микомелевая кислота можетъ получаться, кромѣ другихъ способовъ, нагрѣваніемъ мочевой кислоты съ водою подъ высокимъ давленіемъ (*), такъ:

Мочевая кислота.		Микомелевая кисл.		Окись углер.
$C_5N_4H_4O_3$	=	$C_4N_4H_4O_2$	+	CO

Какъ я прежде замѣтилъ, она находится къ парабану въ такомъ же отношеніи, какъ мочевая кислота

(*) Можетъ быть еще и такъ:

Мочевая кислота.		Вода.		Микомелевая.		Муравьиная.
$C_5N_4H_4O_3$	+	H_2O	=	$C_4N_4H_4O_2$	+	CH_2O_2

къ аллоксану. По наблюденіямъ Глазиветца кажется вѣроятнымъ, что нѣкоторые мочевые осадки, считаемые за мочевокислый амміакъ, состоятъ на самомъ дѣлѣ изъ микомелевой кислоты, которая также освобождаетъ аммiакъ, при дѣйствiи на нее щелочами, и даетъ журеклитъ при выпариванiи съ азотною кислотою.

144) Изъ мезоксалевыхъ одноуреидовъ самые замѣчательные аллоксанъ и барбитуровая кислота. Аллоксанъ, первый полученный продуктъ искусственнаго окисленія мочевой кислоты, недавно признанъ Либихомъ предсуществующей составной частью мочи. Обрабатываемый бромомъ, онъ даетъ двубромобарбитуровую кислоту, которая, послѣдовательнымъ присоединеніемъ водорода превращается въ бромобарбитуровую и барбитуровую кислоты. Послѣдняя служитъ какъ-бы основнымъ ядромъ слѣдующаго ряда соединеній:

Мезоксалевые одноуреиды:

$C_4 N_2 H_2 (HO)_2 O_3$ Аллоксановая кислота.
$C_4 N_2 H_2 (Br_2) O_3$ Двубромобарбитуровая кисл.
$C_4 N_2 H_4 O_3$ Барбитуровая »
$C_4 N_2 H_3 (Br) O_3$ Бомобарбитуровая »
$C_4 N_2 H_3 (HO) O_3$ Діалуровая »
$C_4 N_2 H_3 (H_2N) O_3$ Урамиль
$C_4 N_2 H_3 (H_2 N_3 O_3) O_3$ Тіануровая кисл.

$C_4 N_2 H_3 (HO) O_3$ Віолуровая кис.
$C_4 N_2 H_3 (NO_2) O_3$ Дилитуровая »
$C_8 N_4 H_6 (N_2 O_3) O_6$ Віолантинъ.

Послѣднее тѣло этого ряда, віолантинъ, кажется не составляетъ діамерона, а полное соединеніе віолуровой и дилитуровой кислотъ. Легко замѣтить, что взаимное отношеніе между барбитуровой, діалуровой кислотой и урамилемъ въ этомъ ряду совершенно параллельно отношенію между лантануровой кислотой, оксалуровой кислотой и оксалурамидомъ въ предъидущей. Кромѣ того, малоновая и барбитуровая кислоты гомологичны съ щавелевой и парабановой кислотами; другими словами, наиболѣе окисленные изъ извѣстныхъ 2-углеродныхъ мочевокислыхъ продуктовъ гомологично служатъ представителями менѣе окисленныхъ 3-углеродныхъ продуктовъ:

$C_2 H_2 O_4$ Щавелевая кисл.	$C_3 N_2 H_2 O_3$ Парабановая.
$C_3 H_4 O_4$ Малоновая »	$C_4 N_2 H_4 O_3$ Барбитуровая.

Хотя съ другой стороны они ближе соотвѣтствуютъ мезоксалевой кислотѣ и аллоксану, какъ я уже прежде замѣтилъ.

145) Отношеніе, существующее между тремя мезоксалевыми двууридами, хотя уже давно подозрѣвалось по сходству ихъ формулъ (гипоксантинъ $C_5 N_4 H_4 O$,

ксантинъ $C_5 N_4 H_4 O_2$ и мочевая кислота $C_5 N_4 H_4 O_3$) однако опытное подтвержденіе оно получило весьма недавно трудами Штрекера и Рейнека. Первое изъ этихъ тѣлъ — гипоксантинъ — первоначально найденное Шереромъ въ сокѣ человѣческой и бычачьей селезенки, признано теперь тождественнымъ съ такъ называемымъ саркиномъ, открытымъ Штрекеромъ въ мясномъ сокѣ. Изъ результатовъ, добытыхъ Шереромъ, Штрекеромъ, Гарунъ-Безалецомъ и друг., вытекаетъ, что гипоксантинъ существуетъ въ весьма замѣтномъ количествѣ въ сокѣ большей части желѣзъ и въ мышечной ткани, преимущественно сердца, онъ найденъ также въ веществѣ мозга, въ крови и мочѣ. Гипоксантинъ имѣетъ видъ бѣлаго кристаллическаго порошка, нерастворимаго въ холодной и мало растворимаго въ горячей водѣ. Штрекеръ показалъ, что при окисленіи его азотной кислотою получается ксантинъ, почему онъ и даетъ съ азотной кислотой реакцію ксантина — соединенія, которое также открыто въ крови и во многихъ животныхъ жидкостяхъ. Подъ именемъ ксантиновой окиси (xanthic oxide) это тѣло было открыто въ 1819 году старшимъ Марсе въ одномъ родѣ мочевыхъ камней, который, какъ доказали позднѣйшія наблюденія, составляетъ большую рѣдкость. Чаще, хотя все-таки очень рѣдко, его встрѣчали въ видѣ аморфнаго мочеваго осадка, а въ одномъ случаѣ, приводимомъ Белсъ-Джонсомъ, онъ былъ замѣченъ въ видѣ ромбическихъ кристалловъ. Теперь, кажется, всѣми признано, что онъ встрѣчается хотя въ незначительномъ количествѣ,

въ мочѣ, какъ ея постоянная составная часть. Ксантинъ, кромѣ того, открытъ не только въ мочевыхъ, но и кишечныхъ камняхъ. Гёбель встрѣчалъ его, какъ главную составную часть въ нѣкоторыхъ восточныхъ безпарахъ, получаемыхъ изъ жвачныхъ животныхъ. Я упомянулъ уже о Штрекеровомъ искусственномъ приготовленіи ксантина посредствомъ окисленія гипоксантина или саркина азотною кислотою. Наоборотъ Штрекеръ и Рейнекъ показали недавно, что при раскисленіи мочевой кислоты натріевой амальгамой происходитъ смѣсь ксантина и гипоксантина; послѣдній въ большемъ количествѣ. Такимъ образомъ дѣйствительное сродство этихъ тѣлъ поставлено теперь внѣ всякаго сомнѣнія. До-сихъ-поръ гипоксантинъ и ксантинъ, будучи получаемы только въ незначительныхъ количествахъ, не были подробно изслѣдованы, однако, врядъ ли подлежитъ сомнѣнію, что ксантинъ есть одноуреидъ барбитуровой и двууреидъ малоновой кислоты, въ томъ смыслѣ какъ мочевая кислота есть одноуреидъ діалуровой и двууреидъ тартроновой кислотъ. Мы можемъ надѣяться впрочемъ, что эти отношенія скоро подтвердятся опытами. Еслибъ даже была доказана невозможность добывать его выгоднымъ образомъ изъ мочевой кислоты, то все-таки фактъ близкаго родства его съ ней заставляетъ насъ ожидать, что онъ будетъ найденъ въ выдѣленіяхъ въ большемъ обиліи, чѣмъ до-сихъ-поръ полагали, особенно въ выдѣленіяхъ тѣхъ животныхъ, у которыхъ мочевая кислота составляетъ главный продуктъ нормальнаго разрушенія тканей.

146) Это ожиданіе подтверждается существованіемъ въ гуано, т. е. высохшихъ экскрементахъ морскихъ птицъ, слабаго основанія, названнаго гуаниномъ, которое имѣетъ къ ксантину такое же отношеніе, какое амміакъ имѣетъ къ водѣ, как видно изъ слѣдующаго ряда формулъ:

$C_5 N_4 H_3 (H)O$ Гипоксантинъ.

$C_5 N_4 H_3 (HO) O$ Ксантинъ.

$C_5 N_4 H_3 (H_2 N)O$ Гуанинъ.

$C_5 N_4 H_2 (HO)_2 O$ Мочевая кислота.

Точно такъ какъ мочевая кислота и, безъ сомнѣнія, ксантинъ, даютъ при окисленіи парабановую кислоту и мочевину, гуанинъ дастъ парабановую кислоту и амидомочевину или гуанидинъ (*).

(*) При окисленіи креатина, который былъ уже описанъ, какъ полимеръ гликолевой кислоты, метиламина и мочевины, его гликолевый остатокъ превращается въ щавелевую кислоту, а остатки метиламина и мочевины остаются въ соединеніи, образуя метиламидную мочевину или метилураминъ, соединеніе, гомологичное съ амидной мочевиной или гуанидиномъ, такъ:

$C N_2 H_3 (HO)$ Мочевина.

$C N_2 H_3 (H_2N)$ Гуанидинъ

$C N_2 H_3 (CH_3 HN)$ Метилураминъ.

Далѣе, биуретъ $C_2 N_3 H_5 O_2$ или $C_2 N_2 H_3 (H_2N) O_2$ можетъ быть разсматриваемъ какъ угле-гуанидиновая кислота, подобно тому какъ аллофанъ $C_2 N_2 H_4 O_3$ или $C_2 N_2 H_3 (HO) O_2$ можетъ быть разсматриваемъ какъ угле-мочевая кислота.

Ксантинъ. Парабановая к. Мочевина.

$$C_5N_4H_3(HO)O+H_2O+O_3=C_3N_2H_2O_3 + CN_2H_3(HO)+CO_2?$$

Гуанинъ. Парабановая к. Гуанидинъ.

$$C_5N_4H_3(H_2N)O+H_2O+O_3=C_3N_2H_2O_3+CN_2H_3(H_2N)+CO_2$$

Кромѣ того, ксантинъ и самъ является въ небольшомъ количествѣ какъ второстепенный продуктъ при окисленіи гуанина, и можетъ получаться въ бóльшихъ количествахъ, обработывая гуанинъ азотистой кислотой, по общему способу, принятому для превращенія амидныхъ тѣлъ въ гидратныя,

Гуанинъ. Азотистая к. Ксантинъ.

$$C_5N_4H_3(H_2N)O + (HO)NO = C_5N_4H_3(HO)O+N_2+H_2O$$

Что гуанинъ, извлеченный изъ гуано есть составная часть свѣжихъ птичьихъ испражненій, а не продуктъ разложенія, — это дѣлается вѣроятнымъ тѣмъ, что онъ встрѣчается и при другихъ обстоятельствахъ. Такъ онъ составляетъ главную часть экскрементовъ садоваго паука, открытъ Шереромъ въ поджелудочной железѣ лошади и случайно встрѣчается въ человѣческой мочѣ.

147) Намъ остается еще разсмотрѣть псевдо-мочевую и уроксаловую кислоты, которыя мы можемъ считать членами слѣдующаго ряда.

$$C_5N_4H_4O_3 \text{ Мочевая кислота.}$$
$$C_5N_4H_4O_3+H_2O=C_5N_4H_6O_4 \text{ Псевдомочевая к.}$$
$$C_5N_4H_4O_3+2H_2O=C_5N_4H_8O_5 \quad \text{»}$$
$$C_5N_4H_4O_3+3H_2O=C_5N_4H_{10}O_6 \text{ Уроксаловая к.}$$
$$C_5N_4H_4O_3+4H_2O=C_3H_4O_5 \text{тартрон.к.}+2CN_2H_4O \text{Мочевин.}$$

Псевдо-мочевая кислота открыта недавно Бейеромъ. Она не была приготовлена прямымъ или косвеннымъ соединенiемъ мочевой кислоты съ водою, но получена только соединенiемъ паровъ цiановой кислоты съ урамилемъ или амидобарбитуровой кислотой. Точно такъ, какъ цiановая кислота, превращаетъ аммiакъ въ аномальный цiанатъ аммiака, или мочевину, — она измѣняетъ остатокъ аммiака, содержащiйся въ урамилѣ, въ остатокъ мочевины, и превращаетъ такимъ образомъ амидовый одноуреидъ въ простой двууреидъ,

Урамиль.	Цiановая кисл.	Псевдо-мочев.

$$C_4N_2H_3(NH_2)O_3+CNHO=C_4N_2H_3(CN_2H_3O)O_3 \text{ или } C_5N_4H_6O_4$$

Псевдо-мочевая кислота имѣетъ видъ бѣлаго, кристаллическаго, почти нерастворимаго порошка. До-сихъ-поръ не удалось еще превратить ее въ мочевую кислоту лишенiемъ воды, но при отнятiи у нея водорода въ присутствiи воды, она, подобно мочевой кислотѣ, распадается на аллоксанъ и мочевину. Соединенiе $C_5N_4H_8O_5$ неизвѣстно, а уроксановая кислота $C_5N_4H_{10}O_6$ извѣстна весьма мало. Въ противоположность псевдо-мочевой, уроксановая кислота образуется вслѣдствiе поглощенiя воды мочевою кислотою, и получается въ видѣ калiевой соли при долгомъ кипяченiи мочевой кислоты въ растворѣ ѣдкаго кали. Въ свободномъ состоянiи она представляетъ бѣлый, блестящiй, мало растворимый порошокъ. Поглощенiе мочевою кислотою четвертаго атома воды должно привести, безъ сомнѣнiя, не къ образованiю новаго гидрата, а къ распаденiю самой кислоты, по всему вѣроятiю, на тартроновую кислоту и мочевину.

148) Я уже указалъ болѣе чѣмъ на 40 мочевокислыхъ продуктовъ, которые, однако, не составляютъ еще всего числа извѣстныхъ намъ продуктовъ, и упомянулъ, что кромѣ извѣстныхъ существуетъ еще много неизвѣстныхъ, долженствующихъ пополнить пробѣлы въ различныхъ рядахъ этихъ тѣлъ. Если взять въ соображенiе, что по всей вѣроятности большинство этихъ соединенiй, извѣстныхъ и предполагаемыхъ, не стоятъ одиноко, а имѣетъ каждое болѣе или менѣе многочисленный рядъ изомеровъ — т. е. тѣлъ, имѣющихъ одинаковый элементарный составъ, но различную группировку частицъ — то можно опасаться, что мы не преодолѣемъ запутанности, которая намъ предстоитъ отъ громадности ихъ числа. Впрочемъ для насъ, медиковъ, предметъ этотъ можетъ принять болѣе простой видъ. Одинъ взглядъ на составъ водной мочевой кислоты показываетъ, что она отличается отъ двухъ атомовъ мочевины тремя прибавочными атомами окиси

углерода CO, способными къ окисленію въ углеангидридъ CO_2, при чемъ происходитъ извѣстное количество теплоты или соотвѣтствующее ему количество движенія:

Вода. Мочевая к. Кислородъ. Угле-ангидр. Мочевина.

$$\left.\begin{array}{l} 2H_2O + C_5N_4H_4O_3 + O_3 \\ \text{или } C_3O_3(CN_2H_4O)_2 + O_3 \end{array}\right\} = 3CO_2 + 2CN_2H_4O$$

Отсюда видно, что мочевую кислоту можно разсматривать какъ продуктъ несовершеннаго окисленія азотной ткани, вслѣдствіе чего, сверхъ мочевины, образуется окись углерода вмѣсто углеангидрида. При такомъ выводѣ насъ не удивитъ, что превращеніе тканей пресмыкающихся, которыхъ движенія такъ медленны и температура такъ низка, даютъ невполнѣ сгорѣвшую и потребленную окись углерода въ формѣ мочевой кислоты или вѣрнѣе мочевокислаго амміака вмѣсто вполнѣ сгорѣвшаго и потребленнаго углеангидрида, выдѣляемаго млекопитающими. На первый взглядъ этому противорѣчитъ то, что мочевокислый амміакъ выдѣляютъ также птицы и насѣкомыя, которыхъ движенія весьма быстры и температура очень высока. Но, принимая во вниманіе соображенія, которыя я вамъ сейчасъ представлю, вы, я думаю, убѣдитесь, что потеря, или лучше, неосвобожденіе силы, обусловливаемое неполнымъ сгораніемъ, такъ сказать, излишка углерода, выдѣляемаго въ видѣ мочевой кислоты, меньше, чѣмъ кажется на первый взглядъ и,

кромѣ того, она щедро вознаграждается другими, вытекающими отсюда выгодами.

149) По причинамъ, которыя теперь я не могу вамъ изложить, результаты до-сихъ-поръ сдѣланныхъ опытовъ, относительно количествъ теплоты, освобождающейся при окисленіи углерода въ окись углерода и въ углеангидридъ, не могутъ имѣть примѣненія къ вопросу, теперь насъ занимающему; намъ остается, поэтому, рѣшить нашъ вопросъ на основаніи аналогіи и общихъ принциповъ. Представимъ себѣ образованіе окиси углерода и углеангидрида при условіяхъ, возможно болѣе подходящихъ къ дѣйствительности; положимъ, напримѣръ, что одинъ атомъ углерода соединяется сперва съ однимъ атомомъ кислорода и образуетъ твердую окись углерода CO, которая соединяется потомъ со вторымъ атомомъ кислорода и превращается въ твердый углеангидридъ. Припомнимъ теперь (см. 4 лекцію), что теплота, образующаяся при какомъ-нибудь соединеніи, есть точное мѣрило силы, требующейся для отдѣленія другъ отъ друга частей, составляющихъ это соединеніе, и что эта теплота есть нечто иное, какъ освобожденіе той теплоты, которая была поглощена когда-то при актѣ раздѣленія этихъ частей; изъ этого мы можемъ заключить, что, если только оба атома кислорода притягиваются углеродомъ съ одинаковою силою, то количество теплоты, образующейся при превращеніи углерода въ твердую окись углерода составляетъ ровно половину того, которое происходитъ

при его превращеніи въ твердый углеангидридъ. Мы имѣемъ однако основательныя причины полагать, что второй атомъ кислорода притягивается слабѣе перваго и слѣдовательно количество теплоты, освобождаемой при соединеніи углерода съ первымъ атомомъ больше, чѣмъ при его соединеніи со вторымъ; другими словами, количество теплоты, освобождаемой при происхожденіи твердой окиси углерода CO больше половины того количества, которое освобождается при происхожденіи твердаго углеангидрида CO_2.

150) Намъ однако предстоитъ сравнить количество теплоты, освобождаемой при окисленіи углерода ткани въ твердую окись углерода, входящую въ составъ мочевой кислоты и то количество ея, которое происходитъ при окисленіи углерода ткани въ газообразный углеангидридъ, выдѣляемый легкими. Количество скрытой теплоты газообразнаго углерода, т. е. количество теплоты, поглощаемой углеродомъ при переходѣ его въ газообразное состояніе, доходитъ повидимому до одной трети того количества, которое освобождается при его сожженіи въ углеангидридъ (*); поэтому отношеніе между количествомъ теплоты, освобождаемой при стараніи углерода въ газообразный углеангидридъ CO_2 и количествомъ, освобождаемымъ при его стараніи въ твердую окись углерода CO равно отношенію между $^2/_3$ и $^1/_2$ (или точнѣе $^{96}/_{136}$ и $^{68}/_{136}$) или между 1 и $^3/_4$; если даже выпустить изъ соображенія вѣроятный излишекъ теплоты, происходящей при превращеніи углерода въ окись, надъ теплотою, происходящей при превращеніи окиси въ углеангидридъ. Слѣдовательно, при выдѣленіи мочевой кислоты вмѣсто углеангидрида и мочевины происходитъ потеря теплоты на 50 процентовъ вслѣдствіе несовершеннаго окисленія, но вмѣстѣ съ тѣмъ выигрышъ 25 процентовъ теплоты вслѣдствіе выдѣленія изъ тѣла твердаго углерода и кислорода въ формѣ мочевой кислоты, вмѣсто газообразнаго углерода и кислорода въ формѣ углеангидрида.

Я знаю, что при составленіи этого вывода, основанна-го очевидно на предположеніяхъ, многія видоизмѣняющія обстоятельства, болѣе или менѣе важныя, не были приняты во вниманіе, но тѣмъ не менѣе, не можетъ-быть, я думаю, сомнѣнія, что количество теплоты, происходящей при превращеніи углерода ткани въ окись угле-

(*) 12 грам. углерода, соединяясь съ 16 грам. кислорода для образованія окиси углерода CO, освобождаютъ 68 единицъ теплоты; но 12 грам. углерода съ дважды 16 грам. кислорода (O_2) даютъ не 136, а только 96 единицъ теплоты; разность между 136 и 96, т. е. 40 единицъ теплоты, поглощается при переходѣ 16 грам. углерода изъ твердаго состоянія въ газообразное.

При этомъ вычисленіи я оставилъ безъ вниманія количество теплоты, поглощаемой при превращеніи одного объема кислорода въ два объема окиси углерода, и количество теплоты, освобождаемой при превращеніи двухъ объемовъ окиси углерода + 1 объемъ кислорода въ два объема углеангидрида.

рода ткани, входящую въ составъ мочевой кислоты, равно скорѣе $^3/_4$, чѣмъ $^1/_2$ того количества теплоты, которая образуется при его превращеніи въ углеангидридъ. Кромѣ того, количество кислорода, потребляемаго на произведеніе окиси углерода, составляетъ только половину того, которое необходимо для образованія углеангидрида; а вслѣдствіе этого и количество вдыхаемаго холоднаго воздуха, нагрѣвающагося до температуры тѣла животнаго, въ этомъ случаѣ вдвое меньше, чѣмъ еще болѣе ограничивается потеря теплоты.

151) Однако, разсуждая объ освобожденіи внутри тѣла скрытой силы, мы должны брать въ соображеніе не только сожженныя ткани, но также и кислородъ, потребный для ихъ сожженія. Весьма возможно, что въ организмѣ птицъ, напримѣръ, экономія въ кислородѣ или въ дыханіи можетъ быть гораздо важнѣе, чѣмъ экономія въ тканяхъ или въ пищѣ (*). Удивительныя приспособленія, существующія у хищныхъ птицъ, и стремящіяся къ увеличенію дыхательной поверхности легкихъ, не уклоняясь отъ основнаго типа

(*) «Изъ всѣхъ животныхъ, птицы наиболѣе нуждаются въ постоянномъ обновленіи воздуха въ ихъ легкихъ и въ чистотѣ его. Многія птицы умираютъ въ воздухѣ, содержащемъ лишь незначительную примѣсь углекислоты и которымъ млекопитающія могли-бы дышать безъ непосредственнаго вреда». Кэрпентеръ, Основныя начала общей и сравнительной физіологіи.

близкаго къ строенію легкаго у пресмыкающихся вызваны, такъ сказать недоразвитостью ихъ легкихъ и вытекающею отсюда необходимостью экономизировать всѣми способами дѣятельность ихъ. Допустивъ правильность нашего заключенія, что при превращеніи даннаго количества углерода ткани въ окись углерода, входящую въ составъ мочевой кислоты, освобождается $^3/_4$ того количества дѣятельной силы, которое происходитъ при окисленіи этого углерода въ газообразный углеангидридъ, очевидно, что наоборотъ, при превращеніи двухъ атомовъ кислорода въ окись углерода, входящую въ составъ мочевой кислоты, C_2O_2 освобождается дѣятельной силы въ $1^1/_2$ раза болѣе, чѣмъ при превращеніи этихъ двухъ атомовъ кислорода въ угле-ангидридъ CO_2. Такимъ образомъ, по отношенію къ данному количеству углерода тканей, мы получаемъ 25 процентами меньше, а по отношенію къ данному количеству кислорода 50 процентами больше теплоты при образованіи окиси углерода, чѣмъ при образованіи газообразнаго углеангидрида; или, другими словами, одинъ атомъ кислорода употребляется въ первомъ случаѣ съ экономіей на 50 процентовъ большей, чѣмъ въ послѣднемъ.

152) Кромѣ того не слѣдуетъ забывать, что легкія служатъ не только для принятія кислорода, но также и для выдѣленія углерода, поэтому выдѣленіе мочевокислаго аммiака почками у птицъ, вмѣсто мочевины, матеріально помогаетъ отправленію ихъ легкихъ. Въ

мочевинѣ CN_2H_4O отношеніе азота къ углероду равно 2 къ 1; тогда какъ въ мочевокисломъ аммiакѣ $C_5N_5H_7O_3$ оно равно 1 къ 1; такъ что при выдѣленіи равнаго количества азота, количество углерода, выдѣляемаго птицами въ видѣ мочевокислаго аммiака, вдвое болѣе того, которое выдѣляется млекопитающими въ видѣ мочевины. Выше мы видѣли, что количество углерода азотной ткани $C_8N_2H_xO_y$, выдѣляемаго почками плотоядныхъ млекопитающихъ, составляетъ ⅛ часть всего углерода ткани; у птицъ же это количество составляетъ ¼ часть. Другими словами, благодаря образованію мочевокислаго аммiака вмѣсто мочевины, легкія птицъ должны выдѣлять не ⅞, а только ¾ углерода, теряемаго организмомъ вслѣдствіе превращенія азотистой ткани, хотя, какъ я уже замѣтилъ, для освобожденія того же количества силы необходимо разрушеніе большаго количества азотистой ткани. Съ этой точки зрѣнія сравнительно большія почки птицъ и насѣкомыхъ служатъ указаніемъ не только на абсолютно увеличенное количество разрушенной ткани, но и на относительное увеличеніе количества углерода, выдѣляемаго почками, въ сравненіи съ количествомъ его, выдѣляемымъ легкими.

153) Принимая во вниманіе всѣ вышеизложенныя соображенія, мы видимъ, что количество силы, теряющейся отъ превращенія даннаго количества ткани или косвенно пищи, въ окись углерода, входящую въ составъ мочевой кислоты, а не въ углеангидридъ, меньше чѣмъ можно было-бы предполагать съ перваго взгляда; что количество силы, выигрываемой вслѣдствіе превращенія даннаго количества кислорода въ окись углерода вмѣсто углеангидрида, весьма значительно, и, наконецъ, что вслѣдствіе этого обстоятельства, почки птицъ облегчаютъ отправленіе легкихъ, выдѣляя извѣстную часть углерода, которая у млекопитающихъ приходится на долю легкихъ.

На сколько образованіе и выдѣленіе мочевокислаго аммiака вмѣсто мочевины и углеангидрида зависятъ отъ недостаточности легочнаго окисленія крови птицъ и на сколько находится оно въ связи съ особенностями почечнаго кровообращенія и съ низкимъ типомъ строенія ихъ почекъ, а также съ малымъ количествомъ воды, которую птицы пьютъ и выдѣляютъ, вслѣдствіе чего ихъ кровь не такъ постоянно и совершенно промывается, какъ кровь млекопитающихъ, — это вопросы, рѣшеніе которыхъ скорѣе есть дѣло физіолога, чѣмъ химика.

154) Я не могу рѣшиться кончить эти лекціи о «Животной химіи», не сказавъ нѣсколько словъ о вліяніи на метаморфозъ тканей тѣхъ химическихъ агентовъ, которые обыкновенно включаются въ разрядъ измѣняющихъ лекарственныхъ веществъ, хотя признанное незнаніе способовъ дѣйствія лекарствъ сдѣлалось постояннымъ предметомъ упрека врачамъ только со стороны тѣхъ, которые, не вѣдая своего собственнаго невѣжества, воображаютъ, что въ другихъ наукахъ

напримѣръ въ химіи, употребленіе тѣхъ или другихъ агентовъ перестало быть эмпирическимъ дѣломъ, а руководится какимъ-нибудь абстрактнымъ принципомъ; но тѣмъ не менѣе не слѣдуетъ намъ смотрѣть на терапевтическое дѣйствіе различныхъ лекарствъ какъ на окончательные факты, которыми мы должны удовольствоваться, а скорѣе—какъ на трудную задачу, вызывающую на болѣе точное изслѣдованіе,—задачу, которая рано или поздно все-таки, поддастся нашему рѣшенію. Этотъ предметъ лежитъ однако такъ далеко за границами современнаго знанія, переходъ отъ извѣстнаго къ неизвѣстному такъ труденъ и медленъ, что мы не можемъ ручаться за непосредственное или очень скорое исчезновеніе мрака, которымъ онъ окруженъ. Полагая, однако, что и слабый лучъ свѣта, незамѣтный по отношенію къ болѣе глубокимъ изслѣдованіямъ, не будетъ сочтенъ совершенно безполезнымъ, я рѣшаюсь представить вамъ слѣдующія соображенія. Я думаю, что отличительная черта минеральныхъ веществъ, дѣйствующихъ преимущественно измѣняющимъ образомъ, есть и необходимо должна быть не ихъ химическая энергія, а ихъ химическая подвижность. Чтобы придать болѣе ясности моей мысли, я не нахожу лучшаго способа, какъ обратить ваше вниманіе на химическія свойства іода, сравнительно со свойствами близкаго къ нему хлора. Какъ я вамъ сейчасъ покажу, оба эти тѣла обладаютъ въ высокой степени свойствомъ окислять различныя вещества, не поддающіяся дѣйствію обыкновеннаго кислорода; прежде однако, я

считаю не лишнимъ сдѣлать нѣсколько замѣчаній о процессахъ окисленія вообще.

155) Извѣстно, что многія тѣла, способныя къ окисленію, но которыя неспособны или весьма мало способны прямо соединяться со свободнымъ кислородомъ, могутъ мгновенно соединяться съ кислородомъ, находящимся уже въ извѣстномъ соединеніи; точно какъ будто предшествующее соединеніе сообщило передающемуся кислороду большую дѣятельность или большее стремленіе соединяться съ другими тѣлами. Превосходный примѣръ этой особенности представляетъ намъ сѣрнистая кислота H_2SO_3. Въ соприкосновеніи съ кислородомъ воздуха, она превращается весьма медленно въ сѣрную кислоту H_2SO_4; тогда какъ при посредствѣ нѣкоторыхъ перекисей, какъ напримѣръ перекиси водорода или азота, она очень быстро окисляется въ сѣрную кислоту. Въ этомъ сосудѣ заключается недавно приготовленный растворъ сѣрнистой кислоты; я прибавлю къ нему немного хлористаго барія, который, какъ видите, нисколько не нарушаетъ ея прозрачности, показывая этимъ отсутствіе всякаго слѣда сѣрной кислоты. Я пропускаю теперь быструю струю воздуха черезъ жидкость, но и при этомъ не происходитъ никакого замѣтнаго дѣйствія. Сѣрнистая кислота и кислородъ остаются, не смотря на ихъ соприкосновеніе, сѣрнистою кислотою и кислородомъ, не соединяясь въ сѣрную кислоту. Въ сосудѣ не образовалось даже такого количества сѣрной кислоты, кото-

рое обнаружилось-бы появленіемъ мути отъ прибавленнаго раствора баритовой соли. Впрочемъ, при продолжительномъ взбалтываніи смѣси, нѣкоторое количество сѣрной кислоты медленно образуется. Теперь я раздѣляю смѣсь раствора сѣрнистой кислоты и хлористаго барія на двѣ части; прибавляю къ одной немного перекиси водорода, и тотчасъ получается обильный бѣлый осадокъ сѣрнокислаго барита, показывающій, что сѣрнистая кислота, не хотѣвшая соединиться съ свободнымъ кислородомъ, тотчасъ соединилась съ соединеннымъ кислородомъ перекиси водорода.

Сѣрнистая к.		Перекись водор.		Сѣрная кисл.		Вода.
H_2SO_3	+	$H_2O.O$	=	H_2SO_4	+	H_2O

Другую часть жидкости я наливаю въ стклянку, наполненную бурыми парами перекиси азота, и взбалтываю нѣсколько мгновеній; тотчасъ происходитъ быстрое окисленіе сѣрнистой кислоты, указываемое, какъ и въ предъидущемъ случаѣ, обильнымъ осадкомъ сѣрнокислаго барита, бурая же перекись азота превратилась въ безцвѣтную окись азота;

Сѣрнистая к.		Перекись азота.		Сѣрная к.		Окись азота.
H_2SO_3	+	$NO.O$	=	H_2SO_4	+	NO

156) Перекиси водорода и азота, слѣдовательно, раскисляются сѣрнистою кислотой совершенно одинакимъ образомъ; однако мы найдемъ большую разницу

въ окисяхъ, происходящихъ вслѣдствіе ихъ раскисленія. Окись водорода или вода есть тѣло, гораздо труднѣе подвергающееся переокисленію, чѣмъ сама сѣрнистая кислота. Только рядомъ косвенныхъ процессовъ можемъ мы присоединить къ частицѣ этой окиси одинъ прибавочный атомъ кислорода, и превратить ее въ перекись, и то этотъ прибавочный атомъ кислорода удерживается такъ слабо, что часто отдѣляется въ видѣ газа и всегда съ величайшей легкостью передается какому-нибудь способному къ окисленію веществу, какъ напримѣръ сѣрнистой кислотѣ. Поэтому, если и кажется страннымъ, что сѣрнистая кислота такъ медленно поглощаетъ кислородъ изъ воздуха, то конечно нѣтъ ничего страннаго, что она отымаетъ у перекиси водорода кислородъ, столь слабо съ нею соединенный. Но окись азота, происходящая отъ раскисленія ея перекиси, представляетъ совсѣмъ иное тѣло. Изъ всѣхъ соединеній, извѣстныхъ химикамъ, она съ наибольшею жадностію поглощаетъ кислородъ. Стóитъ мнѣ только вынуть пробку изъ этой стклянки, и содержащаяся въ ней окись азота, полученная нами нѣсколько минутъ тому назадъ, раскисленіемъ перекиси, соединяется съ кислородомъ воздуха и превращается снова въ бурую перекись. Если, заткнувши стклянку, снова взболтать жидкость, то сѣрнистая кислота, неспособная сама по себѣ соединять съ кислородомъ воздуха, мгновенно отымаетъ у перекиси азота кислородъ, поглощенный ею прямо изъ воздуха,

какъ это имѣетъ мѣсто и при фабричномъ производствѣ сѣрной кислоты,

Сѣрнистая к.		Кислородъ.		Сѣрнист. кисл.		Кислородъ.
H_2SO_3	+	O	=	H_2SO_3	+	O

Окись азота.		Кислородъ.		Перекись азота.
NO	+	O	=	NO_2

Сѣрнистая к.		Перекись азота.		Сѣрная к.		Окись аз.
H_2SO_3	+	NO_2	=	H_2SO_4	+	NO

157) Окись и перекись азота представляютъ типы химически подвижныхъ соединеній. Между раскисляющими средствами есть много такихъ, которыя гораздо сильнѣе окиси азота; также и между окисляющими тѣлами много такихъ, которыя гораздо энергичнѣе перекиси азота; но нѣтъ пары тѣлъ изъ всѣхъ, извѣстныхъ химикамъ, которыя-бы такъ легко поглощали или выдѣляли кислородъ, какъ окись и перекись азота. По выраженію Лорана «нѣтъ вещества, которое представляло-бы такія странныя свойства, какъ окись азота. Она, можетъ быть, единственное тѣло, которое въ сухомъ состояніи и при обыкновенной температурѣ можетъ мгновенно соединяться съ кислородомъ. Кромѣ того, при этомъ соединеніи не освобождается теплоты, и получающееся тѣло отдаетъ кислородъ, который оно поглотило такъ быстро, съ такою легкостью, какъ быть можетъ ни одно другое тѣло». Съ

перекисью водорода можно сравнить хлоръ, а та химическая подвижность, которую обнаруживаетъ окись азота, характеризуетъ также и іодъ, и всѣ, какъ мнѣ кажется, минеральныя измѣняющія средства. Іодистый водородъ или іодистый калій, подобно окиси азота, суть легко раскисляющія тѣла, а свободный іодъ или іодистокислое кали, подобно перекиси азота, суть легко окисляющія тѣла, такъ что гдѣ-бы іодъ ни дѣйствовалъ, онъ имѣетъ вліяніе на процессы окисленія, поглощая кислородъ тамъ, гдѣ онъ въ излишкѣ и освобождая дѣятельный кислородъ, гдѣ его недостаетъ, подобно тому какъ наше азотное соединеніе поглощаетъ кислородъ изъ воздуха и уступаетъ его сѣрнистой кислотѣ. Эта-то химическая подвижность отличаетъ іодъ отъ его болѣе дѣятельныхъ собратовъ, хлора и брома. Общее химическое соотношеніе этихъ трехъ элементовъ весьма замѣчательно. За вѣроятнымъ исключеніемъ фтора, они обладаютъ исключительною способностью соединяться съ водородомъ въ равныхъ объемахъ и притомъ ихъ соединеніе не сопровождается никакимъ измѣненіемъ объема. Кромѣ того, тѣла, получаемыя въ результатѣ этихъ соединеній — хлористо-водородная, бромисто-водородная и іодисто-водородная кислоты, представляютъ много сходства; всѣ онѣ газообразны, всѣ дымятся, всѣ растворяются въ водѣ и всѣ производятся одинаковыми реакціями.

158) Другое общее свойство, характеризующее

хлоръ, бромъ и іодъ, есть ихъ значительная дѣятельность въ свободномъ состояніи, чѣмъ они далеко превосходятъ кислородъ при одинаковыхъ условіяхъ. Въ прошлой лекціи я показалъ вамъ сильное дѣйствіе хлора на металлическую мѣдь, на которую обыкновенный кислородъ не оказываетъ почти никакого вліянія, а нѣсколько минутъ тому назадъ я говорилъ, какъ слабо дѣйствіе свободнаго кислорода на различныя, способныя къ окисленію тѣла; между-тѣмъ хлоръ, бромъ и іодъ дѣйствуютъ на различные металлы, псевдо-металлы и соединенія весьма сильно. Наконецъ, всѣ три элемента способны дѣйствовать окисляющимъ образомъ въ такихъ случаяхъ, гдѣ свободный кислородъ совершенно или почти безсиленъ. Они, конечно, не содержатъ кислорода, и, на сколько намъ извѣстно, составляютъ простыя или элементарныя тѣла. Не смотря на это, въ присутствіи воды, онѣ дѣйствуютъ какъ сильныя окисляющія вещества, соединяясь съ водородомъ воды и освобождая бывшій въ соединеніи съ нимъ кислородъ, оказывающійся вслѣдствіе того дѣятельнымъ. Прибавляя хлоръ, бромъ и іодъ къ прозрачной смѣси сѣрнистой кислоты и хлористаго барита, содержащихся въ этихъ трехъ стклянкахъ и мы тотчасъ получаемъ въ каждой изъ нихъ осадокъ сѣрнокислаго барита, зависящій отъ окисленія сѣрнистой кислоты, точно такъ какъ мы получали его въ прежнихъ опытахъ посредствомъ перекисей водорода и азота. Реакція при этомъ слѣдующая:

Сѣрнистая кислота.		Вода.		Хлоръ.		Сѣрная кислота.		Хлористо-вод. кисл.
H_2SO_3	+	H_2O	+	Cl_2	=	H_2SO_4	+	$2HCl$

Вотъ, далѣе, три бѣлыхъ осадка свинцовой окиси съ избыткомъ разжиженной щелочи, свободно выставленные на воздухъ. Эта окись сама собою не поглощаетъ кислорода изъ воздуха, но при обработкѣ ея хлоромъ, бромомъ и іодомъ она мгновенно окисляется болѣе или менѣе совершенно въ бурую перекись,

Окись свинца.		Вода.		Бромъ.		Перекись свинца.		Бромисто-водор. к.
PbO	+	H_2O	+	Br_2	=	PbO_2	+	$2HBr$.

Наконецъ, въ этихъ трехъ стаканахъ заключается растворъ синяго индиго, который хотя и находится въ соприкосновеніи съ воздухомъ, но имъ не окисляется. Если же прибавить къ нему, порознь, хлора, брома или іода, то онъ внезапно бѣлѣетъ, т. е. окисляется въ изатинъ,

Индиго.		Вода.		Іодъ.		Изатинъ.		Іодистовод. к.
C_8H_5NO	+	H_2O	+	J_2	=	$C_8H_5NO_2$	+	$2HJ$.

159) Во всѣхъ этихъ случаяхъ хлоръ, бромъ и іодъ, какъ они ни различны въ ихъ врачебномъ дѣйствіи, въ химическомъ отношеніи необыкновенно сходны. По-

смотримъ теперь въ чемъ состоятъ ихъ химическія и, могу прибавить, физическія различія. Прежде всего я обращаюсь къ ихъ атомическому вѣсу или вѣсу каждаго изъ нихъ, соединяющагося съ одною частью по вѣсу водорода. Они показываются числами 35,5, 80 и 127. Эти числа показываютъ также ихъ специфическую тяжесть въ газообразномъ состояніи. Вы замѣчаете, что атомическій вѣсъ брома занимаетъ среднее мѣсто между вѣсомъ хлора и іода, и дѣйствительно онъ весьма близокъ къ истинному ариѳметическому среднему числу $\frac{242.5}{3} = 80.8$

Cl	35,5	хлоръ.
Br	80	бромъ.
J	127	іодъ.
	242,5	

Обстоятельство, что эти числа выражаютъ также химическіе эквиваленты этихъ простыхъ тѣлъ, приводитъ къ нѣкоторымъ любопытнымъ медико-химическимъ соображеніямъ. Такъ, мы знаемъ, что натрій и калій относятся между собою почти такъ, какъ хлоръ и іодъ, слѣдовательно 58,5 частей обыкновенной соли или хлористаго натрія и 74,5 частей хлористаго калія химически эквивалентны 166 частямъ іодистаго калія, такъ

$$NaCl = 23 + 35,5 = 58,5$$
$$KCl = 39 + 35.5 = 74,5$$
$$KJ = 39 + 127 = 166$$

Химически, поэтому, 58,5 частей хлористаго натрія имѣютъ такое же значеніе, какъ 166 частей іодистаго калія; однако хотя большая часть изъ насъ принимаетъ обыкновенно 50 — 60 грановъ обыкновенной соли, два или три раза въ день; но, я думаю, едва-ли кто согласится принять 166 грановъ іодистаго калія даже и одинъ разъ въ день.

160) Разницѣ въ атомическомъ вѣсѣ хлора, брома и іода соотвѣтствуетъ и разница во всѣхъ другихъ, какъ химическихъ, такъ и физическихъ ихъ свойствахъ. Такъ, ихъ обыкновенныя состоянія аггрегаціи: газообразное, жидкое и твердое и цвѣта ихъ газовъ или паровъ: зеленый, оранжевый, фіолетовый — слѣдуютъ постепенно одинъ за другимъ. Съ химической точки зрѣнія замѣчается подобное же послѣдовательное ослабленіе силы, съ которою они вступаютъ или удерживаются въ соединеніи съ другими тѣлами. Такъ, хлоръ соединяется съ водородомъ непосредственно, просто подъ вліяніемъ обыкновеннаго дневнаго свѣта и происходящая при этомъ хлористо-водородная кислота есть очень прочное соединеніе. Непосредственное соединеніе брома съ водородомъ происходитъ весьма трудно и то только при температурѣ краснаго каленія; изъ происходящей при этомъ бромисто-водородной кислоты бромъ освобождается сравнительно легко. Прямое соединеніе іода съ водородомъ почти невозможно, и іодисто-водородная кислота, получаемая при косвенномъ ихъ соединеніи, разлагается очень легко, даже дѣйствіемъ атмосфер-

наго кислорода, такъ: $2HJ + O = H_2O + J_2$. Эта-то слабость, съ которою іодъ держится въ извѣстныхъ соединеніяхъ и легкость, съ которою онъ изъ нихъ отдѣляется, придаютъ ему особенную подвижность, о которой я уже говорилъ. Главное химическое различіе между хлоромъ и іодомъ состоитъ, кажется, въ томъ, что хлоръ въ свободномъ состояніи гораздо дѣятельнѣе іода, и іодъ въ состояніи соединенія подвижнѣе хлора; бромъ же въ обоихъ случаяхъ занимаетъ среднее мѣсто. Если прибавить нѣсколько бромистой воды къ раствору іодистаго калія, то бромъ вытѣснитъ іодъ: $KJ + Br = KBr + J$, который, растворяясь въ хлороформѣ, уже прежде прибавленномъ къ жидкости, обнаруживаетъ себя прекраснымъ фіолетовымъ слоемъ на днѣ сосуда. Если прибавить немного хлорной воды къ раствору бромистаго калія, то хлоръ вытѣснитъ бромъ $KBr + Cl = KCl + Br$, который, растворившись въ предварительно прибавленномъ эѳирѣ, образуетъ на поверхности жидкости оранжево-бурый слой. Такимъ образомъ бромъ вытѣсняетъ іодъ, хлоръ вытѣсняетъ бромъ и тѣмъ болѣе іодъ. Мы можемъ поэтому разсматривать 35,5 частей хлора какъ энергическій представитель 127 частей іода; но эта самая энергія хлора и мѣшаетъ ему, какъ мнѣ кажется, дѣйствовать какъ измѣняющее врачебное средство. Въ силу своего значительнаго химическаго сродства, онъ скорѣе и тѣснѣе соединяется съ различными основаніями, попадающимися ему на встрѣчу, чѣмъ іодъ; но коль скоро онъ вошелъ въ соединеніе, его работа кончена, его

дѣйствіе прекращается. Происходящій при этомъ хлористый натрій или другіе хлориды такъ стойки, что поддаются только сильнѣйшимъ химическимъ дѣйствіямъ. Совсѣмъ другое дѣло іодъ. Онъ даетъ весьма непрочныя соединенія и при каждомъ измѣненіи условій то освобождается, то снова входитъ въ соединенія, постоянно производя то окисленія, то раскисленія.

161) Я уже представилъ вамъ нѣсколько примѣровъ окисляющаго дѣйствія свободнаго іода. Теперь, можетъ быть, слѣдовало-бы представить одинъ или два примѣра раскисляющаго дѣйствія соединеннаго іода. Вы помните, что янтарная кислота, которая составляетъ, такъ сказать, щавелевую кислоту бутировой группы, весьма тѣсно связана съ нѣкоторыми другими членами той же группы,

$C_4H_4O_4$ Фумаровая кислота.
$C_4H_6O_4$ Янтарная »
$C_4H_6O_5$ Яблочная »
$C_4H_6O_6$ Винная »

Если винную кислоту нагрѣвать съ воднымъ іодидомъ водорода, или іодисто-водородной кислотой, то она превращается въ яблочную кислоту, причемъ освобождается іодъ,

Винная кисл.		Іодистовод. кислота.		Яблочная кислота.		Іодъ.		Вода.
$C_4H_6O_6$	+	$2HJ$	=	$C_4H_6O_5$	+	J_2	+	H_2O

Подобнымъ же образомъ яблочная и фумаровая кислоты могутъ быть превращены посредствомъ іодистоводородной кислоты въ янтарную,

Яблочная.	Іодистов.	Янтарная.	Іодъ.	Вода.
$C_4H_6O_5$ +	$2HJ$ =	$C_4H_6O_4$ +	J_2 +	H_2O

Фумаровая.	Іодистовод.	Янтарная.	Іодъ.
$C_4H_4O_4$ +	$2HJ$ =	$C_4H_6O_4$ +	J_2

Такимъ образомъ свободный іодъ, дѣйствуя какъ окисляющее средство, производитъ іодисто-водородную кислоту; а іодисто-водородная кислота, дѣйствуя какъ раскисляющее средство, производитъ свободный іодъ. Въ этомъ сосудѣ заключается немного іодисто-водородной кислоты, смѣшанной съ небольшимъ количествомъ крахмала; я прибавляю нѣсколько перекиси, которую она раскисляетъ, освобождая при этомъ іодъ, и это дѣлается тотчасъ замѣтно по синему окрашиванію жидкости. Теперь къ свободному іоду я ввожу раскисленное вещество, которое онъ тотчасъ окисляетъ, превращаясь въ іодисто-водородную кислоту, какъ показываетъ исчезаніе синяго цвѣта. Новое прибавленіе нѣсколько большаго количества перекиси вновь освобождаетъ іодъ; прибавляя же нѣсколько больше прежняго раскисленнаго вещества, іодъ снова превращается въ іодисто-водородную кислоту и т. д. до безконечности. Характеристическое химическое свойство іода состоитъ, слѣдовательно, въ сравнительной слабости его

сродства, въ слабости, съ которою онъ удерживается въ соединеніи съ другими тѣлами, тогда какъ болѣе энергическій хлоръ дѣйствуетъ разъ навсегда. Дѣйствіе іода проявляется при всякой перемѣнѣ условій. Тогда какъ для медицинскаго дѣйствія хлора далеко не все равно: употребляемъ-ли мы его въ свободномъ состояніи или наприм. въ видѣ хлористаго натрія, для іода почти нѣтъ разницы, употребляется-ли онъ въ свободномъ видѣ или въ видѣ іодистаго калія. Гдѣ-бы онъ ни проходилъ, онъ или окисляетъ, или раскисляетъ, смотря потому, встрѣчается-ли онъ съ тѣлами болѣе или менѣе способными къ окисленію, чѣмъ онъ самъ. Онъ дѣйствуетъ не только превращая недѣятельный или свободный кислородъ въ дѣятельный или связанный, но также какъ распредѣлитель кислорода, перенося его изъ мѣста, гдѣ онъ въ излишкѣ, туда, гдѣ его недостаетъ.

162) То, что вѣрно относительно іода и его соединеній, вѣрно и относительно соединеній ртути, мышьяка и, наконецъ, желѣза, не смотря на то, что измѣняющее дѣйствіе послѣдняго обнаруживается почти противоположнымъ образомъ. Съ химической точки зрѣнія соединенія этихъ трехъ металловъ составляютъ, быть можетъ, наилегче измѣняющіяся изъ всѣхъ извѣстныхъ намъ металлическихъ соединеній. Какъ въ лабораторіяхъ, такъ и на фабрикахъ ртутныя, мышьяковыя и желѣзныя соединенія употребляются очень часто, одни какъ окисляющія, другія какъ раскисляю-

щія средства. Отношеніе между хлоромъ и іодомъ параллельно отношенію между фосфоромъ и мышьякомъ. Фосфорная и мышьяковая кислоты, какъ онѣ ни различны въ терапевтическомъ дѣйствіи, въ химическомъ отношеніи совершенно аналогичны. Фосфоръ болѣе дѣятельный элементъ, чѣмъ мышьякъ, и его соединенія гораздо прочнѣе соединеній послѣдняго. Фосфорнокислый натръ, разъ образовавшійся, составляетъ, подобно обыкновенной соли, прочное и безвредное соединеніе; тогда какъ мышьяково-кислый натръ, подобно іодистому калію, есть дѣятельное тѣло вслѣдствіе его непрочности, вслѣдствіе способности его мышьячной составной части дѣйствовать и подвергаться дѣйствію химическихъ процессовъ, происходящихъ повсюду въ организмѣ. Я далекъ, разумѣется, отъ мысли, что эта воспріимчивость къ окисленію и раскисленію вполнѣ объясняетъ терапевтическое дѣйствіе измѣняющихъ солей. Однако, если припомнить, что всякое измѣненіе, происходящее въ составѣ какой-нибудь части животнаго тѣла, есть измѣненіе химическое, необходимо вызывающее соотвѣтствующее измѣненіе въ составѣ реагирующаго вещества, то очевидно, что измѣняющія средства мы должны искать въ томъ классѣ соединеній, которыя наиболѣе способны къ химическимъ измѣненіямъ и, я желалъ-бы прибавить, что объясненія различнаго рода измѣняющихъ дѣйствій, производимыхъ различными классами соединеній, какъ напримѣръ соединеніями ртути и желѣза, — должно безъ сомнѣнія

искать въ различіи химическихъ свойствъ элементовъ этихъ соединеній.

162) Еще нѣсколько словъ о вліяніи щелочей на окисленіе. Въ прошлой лекціи я упомянулъ объ особеннаго рода разложеніи животныхъ веществъ, вызываемомъ обработкою ихъ щелочами и состоящемъ въ окисленіи ихъ углеродныхъ частей на счетъ водородныхъ. Это дѣйствіе очевидно обусловливается стремленіемъ, существующимъ между различными элементами, располагаться въ прочныя группы и въ особенности стремленіемъ образовать прочныя кислородныя соли. Присутствіе щелочей дѣлаетъ образованіе такихъ солей возможнымъ, доставляя необходимое основаніе; поэтому, при обработкѣ наприм. ѣдкимъ кали KHO углеродъ органической матеріи окисляется въ различныя кислоты, которыя являются въ формѣ ихъ каліевыхъ солей, а водородъ органической матеріи вмѣстѣ съ водородомъ ѣдкаго кали, отдѣляется въ видѣ газа, какъ это мы видѣли наприм. при дѣйствіи ѣдкаго кали на масло горькаго миндаля. Вслѣдствіе этого стремленія мы получаемъ, какъ я прежде замѣтилъ, весьма схожіе между собою продукты, какъ при сплавливаніи животныхъ веществъ съ ѣдкими щелочами, такъ и при обработкѣ ихъ сильными окисляющими средствами. Слѣдуетъ однако замѣтить, что и въ искусственныхъ и въ естественныхъ процессахъ окончательный результатъ умѣреннаго химическаго дѣйствія бываетъ часто совершеннѣе, чѣмъ непосредственный ре-

зультатъ, сравнительно очень сильнаго химическаго дѣйствія. Я и хочу теперь обратить ваше вниманіе на это, болѣе умѣренное дѣйствіе щелочей. Многія органическія вещества, которыя сами собою почти не измѣняются въ соприкосновеніи съ кислородомъ или воздуха, претерпѣваютъ совершенное и даже довольно быстрое окисленіе подъ вліяніемъ щелочей. Стремленіе углерода этихъ веществъ къ соединенію съ кислородомъ, которое обыкновенно слабѣе стремленія его къ водороду, усиливается, въ этомъ случаѣ, вѣроятно потому, что присутствіе щелочей даетъ возможность образованія солей вмѣсто кислотъ.

164) Впрочемъ, какъ-бы его ни объясняли, а фактъ неоспоримъ и можетъ быть легко показанъ на опытѣ. Въ этой фарфоровой чашечкѣ находится водный растворъ вещества, хорошо извѣстнаго фотографамъ подъ именемъ пирогаллусовой кислоты, хотя кислыя свойства его такъ слабы, что теперь химики гораздо чаще называютъ его нейтральнымъ именемъ — пирогаллинъ. Этотъ растворъ выставленъ на воздухъ уже болѣе часа и, не смотря на то, онъ до-сихъ-поръ еще не подвергся замѣтному окисленію. Я смачиваю теперь внутреннюю поверхность длинной, запаянной съ одного конца трубки небольшимъ количествомъ ѣдкаго кали и погружаю ее открытымъ концомъ въ растворъ, — тотчасъ начинается окисленіе пирогаллина, обнаруживающееся почти мгновеннымъ окрашиваніемъ его въ темно-бурый цвѣтъ и постепеннымъ поднятіемъ жид-

кости въ трубкѣ, зависящемъ отъ поглощенія кислорода содержащагося въ ней воздуха. Пирогаллинъ, который безъ присутствія щелочи такъ долго не окислялся, теперь окисляется, какъ видите, очень быстро давая между другими продуктами, уксуснокислое, щавелевокислое и углекислое кали. Другой обыкновенный примѣръ этого дѣйствія щелочей представляетъ намъ употребленіе извести для ускоренія разрушительнаго окисленія мертвыхъ тѣлъ и употребленіе ее, какъ удобряющаго средства, для разрушенія органическихъ веществъ торфянистыхъ почвъ. Весьма интересные въ этомъ отношеніи результаты получены Гарунъ-Безалецомъ; онъ нашелъ, что глицеринъ, сахаръ, левцинъ, гиппуровая кислота, щавелевая кислота и жирныя и ароматическія кислоты, на которыя озонъ самъ по себѣ не дѣйствуетъ, подвергаются полному окисленію когда озонъ дѣйствуетъ на нихъ въ присутствіи ѣдкой или даже углекислой щелочи. Бензойная кислота, напримѣръ, получаемая при сильномъ окисленіи животнаго вещества и, слѣдовательно, противустоящая дѣйствію самыхъ могучихъ окислителей, претерпѣваетъ полное и довольно скорое окисленіе, если озонъ дѣйствуетъ на нее въ щелочномъ растворѣ. При нѣкоторыхъ изъ этихъ окисленіяхъ замѣчено было любопытное обстоятельство, что между первоначальнымъ веществомъ, напримѣръ стеариновой кислотой $C_{18}H_{36}O_2$ или бензойной кислотой $C_7H_6O_2$ и конечнымъ продуктомъ — углекислотой, невозможно было открыть никакого промежуточнаго продукта. Кажется, какъ-будто

частица за частицею первоначальнаго вещества, подвергается совершенному окисленію и распаденію на отдѣльныя частицы углекислоты, вмѣсто того, чтобы все вещество подвергалось постепенному окисленію и упрощенію; вслѣдствіе постепеннаго сожиганія его углеродныхъ атомовъ. Имѣя въ виду эти факты, я готовъ допустить, что такъ называемое разрѣшающее дѣйствіе щелочей на животный организмъ, подобно дѣйствію іода, есть прямое слѣдствіе ихъ особенныхъ химическихъ свойствъ вслѣдствіе которыхъ, они способны дѣйствовать окисляющимъ образомъ.

165) Не смотря однако на интересъ этихъ вопросовъ, о которыхъ я былъ въ состояніи дать вамъ только весьма краткое понятіе, я долженъ оставить ихъ изслѣдованіе и, къ сожалѣнію, разстаться съ вами. Оканчивая этотъ курсъ лекцій, я долженъ благодарить моихъ снисходительныхъ слушателей, и въ особенности президента и членовъ этой коллегіи, постоянное присутствіе которыхъ, поддерживало мою бодрость. Я знаю, какъ далеки мои лекціи отъ того значенія, котораго я хотѣлъ достигнуть и котораго вы вправѣ были ожидать; знаю какъ много успѣхъ, ихъ сопровождавшій, долженъ быть приписанъ внутреннему достоинству предмета и вашей снисходительности къ его истолкователю. Я старался выставить вездѣ на первомъ планѣ динамическую идею органической химіи, связанную съ измѣненіями состава. Я показалъ вамъ, что въ организмѣ растеній углекислота и вода подвергаются постоянному раскисленію, вслѣдствіе кото-

раго онѣ постепенно превращаются въ болѣе и болѣе сложныя тѣла, изъ которыхъ многія мы въ состояніи уже приготовить, подобными же процессами въ лабораторіи, а рано или поздно надѣемся получить возможность производить и остальныя; я показалъ, что измѣненіе состава, претерпѣваемое углекислотою и водою, сопровождается накопленіемъ солнечной силы въ происходящихъ отъ этого измѣненія продуктахъ, и что обратное превращеніе этихъ продуктовъ въ углекислоту и воду сопровождается освобожденіемъ накопленной въ нихъ силы; что въ каждомъ органѣ животнаго тѣла происходитъ постоянное окисленіе, снабжающее его силой, необходимой какъ для выполненія питательныхъ актовъ, такъ и для внѣшней дѣятельности; что сокъ каждой железы и каждаго мускула переполненъ продуктами ихъ собственнаго окисленія, — продуктами подобными или даже тождественными тѣмъ, которые мы получаемъ посредствомъ искусственнаго окисленія той же самой ткани внѣ тѣла; что, такъ какъ выполненіе отправленій живаго организма, сопровождается и обусловливается измѣненіемъ состава, то изслѣдованіе всякой дѣятельности организма, не исключая даже самыхъ, повидимому, механическихъ, составляетъ значительной долею вопросъ химіи и наконецъ, что взглядъ на такіе многосторонніе процессы, какъ питаніе, превращеніе тканей и измѣняющее дѣйствіе лекарствъ былъ-бы крайне не полонъ и одностороненъ, если-бы при немъ не было обращено вниманія на химическую сторону предмета.

Въ непродолжительномъ времени поступятъ въ продажу:

Унгеръ, Руководство къ анатоміи и физіологіи растеній. Для студентовъ. Перев. подъ ред. орд. проф. ботаники Ад. *Питра*.

Ветли, Учебникъ логики, принятый въ руководство во многихъ англійскихъ школахъ.

Галльяръ, Опытъ сравнительной демографіи, или статистика человѣческихъ племенъ.

Бенъ, Чувства и разумъ.

Бенъ, Воля и возбужденіе.

Найтингалль, Объ уходѣ за больными.

Экгардтъ, Опытная физіологія нервной системы. Пер. Щелкова.

Дювержье де Горанъ, Восемь мѣсяцевъ въ Америкѣ. 2 т.

Брайтвиллъ, Приключенія изъ жизни путешественниковъ и натуралистовъ.

Шиллингъ, Умопомѣшательство.

Смаильсъ, Самопомощь.

Риллъ, Исторія человѣчества и вселенная.

Изданія Заленскаго и Любарскаго.

Бенъ, Объ изученіи характера. Перев. Цитовича	1 р. 50 к.
Баллантайнъ, Міръ льдовъ. Съ картинками	1 — 50 —
Вирховъ, Сборникъ статей (куда вошли 5 въ первый разъ напечатанныхъ)	1 — » —
Молешоттъ, Круговоротъ жизни. Пер. Щелкова	1 — 25 —
Фарадей, Исторія свѣчки. Перев. Н. Бекетова	» — 75 —
Гельмгольцъ, Законъ сохраненія силы	» — 60 —
Масловскій, Исторія развитія позвоночныхъ. Двѣ книги	3 — » —
Соковичъ, Математическая и физическая географія (для гимназій)	» — 50 —
Грове, Соотношеніе силъ	1 — » —
Данквартъ, Гражданское право и общественная экономія	1 — » —
Н. Бекетовъ, Изслѣдованія	1 — » —
— Чѣмъ мы грѣемся зимой?	» — 30 —
Данилевскій, Украинская старина	2 — 50 —
Лизегангъ, Курсъ фотографіи	» — 75 —

Склады въ Харьковѣ при книжномъ и музыкальномъ магазинѣ **Е. С. Баллиной.** Книгопродавцы пользуются 25% уступки.